MOKSLO REVOLIUCIJŲ STRUKTŪRA

THOMAS S. KUHN

MOKSLO REVOLIUCIJŲ STRUKTŪRA

Iš anglų kalbos vertė
RAMUTĖ RYBELIENĖ

pradai
VILNIUS 2003

UDK 001
Ku89

Versta iš:
Thomas S. Kuhn. *The Structure of Scientific Revolutions* /
Third edition. – Chicago:
The University of Chicago Press, 1996

This edition is published with the support
from the Open Society Fund-Lithuania,
and from the CEU Translation Project
of the Open Society Institute-Budapest

Knygos leidimą finansavo
Atviros Lietuvos fondas
ir Atviros visuomenės institutas Budapešte
(Vidurio Europos universiteto Vertimų projektas)

ISSN 1392-1673
ISBN 9986-943-87-6

TURINYS

PRATARMĖ

Ši apybraiža yra pirmoji išsami tyrinėjimų, atliktų įgyvendinant beveik prieš penkiolika metų kilusį sumanymą, publikacija. Tuo metu aš buvau teorinės fizikos doktorantas, ir mano disertacija artėjo prie pabaigos. Man pasitaikė puiki proga išklausyti universitete eksperimentinį fizikos kursą nespecialistams, ir tai buvo mano pirmoji pažintis su mokslo istorija. Didžiai mano nuostabai, ši pažintis su pasenusiomis mokslinėmis teorijomis ir jų taikymu iš esmės sugriovė kai kuriuos pamatinius mano vaizdinius apie mokslo prigimtį ir jo pasiekimų priežastis.

Tuos vaizdinius man padėjo susidaryti tiek pats mokymo procesas, tiek seniai atsiradęs mėgėjiškas domėjimasis mokslo filosofija. Taip jau atsitiko, kad tie vaizdiniai, nepaisant jų pedagoginio naudingumo ir teorinio patikimumo, visai neatitiko istorinių tyrinėjimų atskleisto vaizdo. Tačiau jie buvo ir tebėra daugelio diskusijų apie mokslą pamatas, todėl atrodė verta pasigilinti, kodėl jie neatitinka tikrovės. Tai visiškai pakeitė mano mokslinės veiklos planus, nuo fizikos aš pasukau prie mokslo istorijos, o paskui nuo iš dalies grynai istorinių problemų pamažu grįžau prie filosofiškesnių klausimų, kurie pirmiausia ir paskatino mane susidomėti istorija. Neskaitant keleto straipsnių, ši apybraiža yra pirmasis iš mano paskelbtų darbų, kuriuose dominuoja šie anksčiau mane dominę klausimai. Tam tikra prasme tai yra bandymas paaiškinti sau pačiam ir kolegoms, kaip atsitiko, kad nuo mokslo aš perėjau visų pirma prie jo istorijos.

Pirmąją progą gilintis į kai kurias iš toliau dėstomų idėjų aš gavau trejus metus būdamas Harvardo universiteto stažuotoju. Jei ne šis laisvės periodas, pereiti į naują mokslinių tyrinėjimų sritį būtų buvę kur kas sunkiau, o gal ir neįmanoma. Tuo metu dalį laiko aš skyriau būtent mokslo istorijai. Toliau studijavau Alexandre'o Koyré veikalus ir

pirmą kartą susipažinau su Emile'io Meyersono, Hélène Metzger ir Anneliese Maier darbais[1]*. Šie autoriai aiškiau nei daugelis kitų šiuolaikinių mokslininkų parodė, ką reiškė moksliškai mąstyti tuo metu, kai mokslinio mąstymo kanonai buvo visai kitokie nei šiandien. Nors aš vis labiau abejoju kai kuriomis jų istorinėmis interpretacijomis, jų darbai ir A. O. Lovejoy'aus knyga* Didžioji būties grandinė (Great Chain of Being) *po pirminių šaltinių buvo svarbiausias veiksnys, formavęs mano supratimą, kokia gali būti mokslinių idėjų istorija.*

Vis dėlto tuo laikotarpiu aš daug laiko skyriau sritims, tiesiogiai nesusijusioms su mokslo istorija, tačiau, kaip rodo dabartiniai tyrinėjimai, jose esama problemų, panašių į mane dominusias mokslo istorijos problemas. Atsitiktinai užkliuvęs už vienos išnašos, susipažinau su Jeano Piaget eksperimentais, padėjusiais jam paaiškinti skirtingus augančio vaiko pasaulius ir perėjimo iš vieno į kitą procesą[2]*. Vienas iš kolegų paskatino mane pasiskaityti straipsnių iš suvokimo psichologijos, ypač geštaltpsichologų, kitas supažindino su B. L. Whorfo samprotavimais apie kalbos įtaką pasaulėvaizdžiui, o W. V. Quine'as atskleidė skirtumo tarp analitinių ir sintetinių kalbų filosofines mįsles*[3].

[1] Ypač didelę įtaką man padarė šie veikalai: Alexandre Koyré, *Etudes Galiléennes* (3 vols., Paris, 1939); Emile Meyerson, *Identity and Reality*, trans. Kate Loewenberg (New York, 1930); Hélène Metzger, *Les doctrines chimiques en France du début du XVII^e à la fin du XVIII^e siècle* (Paris, 1923); *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique* (Paris, 1930); Anneliese Maier, *Die Vorläufer Galileis im 14. Jahrhundert* („Studien zur Naturphilosophie der Spätscholastik", Rome, 1949).

[2] Ypač reikšmingos buvo dvi Piaget tyrinėjimų rinktinės – *The Child's Conception of Causality*, trans. Marjorie Gabain (London, 1930) ir *Les notions de mouvement et de vitesse chez l'enfant* (Paris, 1946), – nes jose aprašomos sąvokos ir procesai tiesiogiai reiškiasi ir mokslo istorijoje.

[3] Vėliau Johnas B. Carrollas išleido Whorfo straipsnių rinktinę: *Language, Thought, and Reality – Selected Writings of Benjamin Lee Whorf* (New York, 1956). Quine'as savo požiūrį išdėstė straipsnyje „Dvi empirizmo dogmos" („Two Dogmas of Empiricism"), kuris perspausdintas jo knygoje: *From a Logical Point of View* (Cambridge, Mass., 1953), p. 20–46.

Kaip tik per šias atsitiktines studijas, kurių galėjau imtis stažuotės metu, aš aptikau beveik nežinomą Ludwiko Flecko monografiją Mokslinio fakto atsiradimas ir raida (Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache, *Basel, 1935), kurioje dėstoma daugelis mano paties idėjų. Flecko knyga ir kito stažuotojo, Franciso X. Suttono, pastabos padėjo man suvokti, kad, galimas daiktas, šias idėjas reikia analizuoti mokslinės bendruomenės sociologijos kontekste. Mano knygoje skaitytojai ras nedaug nuorodų į šiuos darbus ir pokalbius, tačiau aš už daug ką jiems dėkingas, nors šiandien ne viską galiu atkurti ir įvertinti.*

Paskutiniais stažuotės metais buvau pakviestas skaityti paskaitų Lovelio institute Bostone; taip gavau pirmąją progą patikrinti dar galutinai nesusiformavusią savąją mokslo sampratą. 1951 m. kovo mėnesį perskaičiau aštuonių viešų paskaitų ciklą, pavadintą „Fizikos teorijos paieškos" („The Quest for Physical Theory"). Kitais metais pradėjau dėstyti pačią mokslo istoriją. Beveik dešimtmetį dėsčiau dalyką, kurio niekada nebuvau sistemingai studijavęs, todėl kildavo nemažai problemų ir beveik nelikdavo laiko tiksliai suformuluoti idėjoms, kurios mane pirmiausia ir atvedė prie mokslo istorijos. Laimė, šios idėjos netiesiogiai tapo man orientacijos gairėmis ir suformavo didžiosios dalies patobulinto kurso probleminę struktūrą. Todėl turiu padėkoti savo studentams už neįkainojamas pamokas, padėjusias man tiek brandinti savo pažiūras, tiek išmokti suprantamai perteikti jas kitiems. Tos pačios problemos ir ta pati orientacija vienija daugelį iš esmės istorinių ir iš pažiūros skirtingų darbų, kuriuos aš paskelbiau pasibaigus stažuotei. Kai kuriuose iš jų aptariamas svarbus vienos ar kitos metafizinės idėjos vaidmuo kūrybiškame moksliniame darbe. Kituose analizuojama, kokiu būdu naujos teorijos eksperimentinius pagrindus akumuliuoja ir asimiliuoja su naująja nesuderinamos senosios teorijos šalininkai. Kartu juose aprašomas tas mokslo raidos modelis, kurį toliau aš vadinu naujos teorijos ar atradimo „atsiradimu". Esama ir kitų sąsajų.

Paskutinė šios apybraižos brendimo stadija prasidėjo tada, kai buvau pakviestas 1958–1959 mokslo metus praleisti Elgesį tirian-

čių mokslų aukštesniųjų studijų centre. Ir vėl visą dėmesį galėjau skirti toliau aptariamoms problemoms. O dar svarbiau buvo tai, jog gyvendamas metus bendruomenėje, kurią sudarė daugiausia socialinių mokslų atstovai, aš susidūriau su netikėta problema – įsitikinau, kad tokios bendruomenės labai skiriasi nuo gamtos mokslų specialistų bendruomenių, kuriose mokiausi aš pats. Ypač mane nustebino dažni sociologų atviri nesutarimai dėl mokslinių problemų bei metodų pagrįstumo ir jų mastas. Istorija ir pažįstamų ratas privertė mane suabejoti, kad gamtos mokslų specialistai turi tvirtesnius ir pastovesnius atsakymus į tokius klausimus negu jų kolegos sociologai. Tačiau, šiaip ar taip, astronomijos, fizikos, chemijos ar biologijos tyrinėjimai paprastai nesukelia diskusijų dėl pačių šių mokslų pagrindų, tuo tarpu, tarkime, psichologams ar sociologams tai šiandien labai būdinga. Stengdamasis atskleisti šio skirtumo šaltinį aš supratau, kad moksliniuose tyrinėjimuose labai svarbų vaidmenį vaidina tai, ką vėliau pavadinau „paradigmomis". Jomis aš laikau visuotinai pripažintus mokslo pasiekimus, tam tikru metu suteikiančius mokslinei bendruomenei problemų kėlimo ir jų sprendimo modelį. Kai tik ši galvosūkio detalė atsidūrė savo vietoje, netruko atsirasti šios apybraižos apmatai.

Nėra reikalo čia nuosekliai pasakoti visos šių apmatų istorijos, tačiau reikia pasakyti keletą žodžių apie formą, kurią jie išsaugojo nepaisant visų taisymų. Kol pirmasis variantas dar nebuvo užbaigtas ir iš esmės pataisytas, aš maniau, kad rankraštis bus išleistas kaip Unifikuoto mokslo enciklopedijos (Encyclopedia of Unified Science) *tomas. Šio novatoriško veikalo redaktoriai iš pradžių skatino mane jo imtis, po to atkakliai reikalavo, kad tesėčiau savo pasižadėjimą, galiausiai nepaprastai taktiškai ir kantriai laukė rezultato. Aš jiems, ypač Charlesui Morrisui, labai dėkingas už tai, kad jie nuolat mane ragino ir davė patarimų dėl rankraščio. Tačiau* Enciklopedijos *nustatyta ribota apimtis vertė mane labai glaustai ir schemiškai dėstyti savo požiūrį. Nors vėliau susiklosčiusi situacija šiek tiek sušvelnino šiuos apribojimus ir atsirado galimybė kartu išleisti darbą atskiru leidiniu, vis dėlto šis darbas yra veikiau apybraiža, o ne išsami knyga, kurios galiausiai reikalauja mano tiriamas objektas.*

Kadangi mano pagrindinis tikslas – stengtis pakeisti gerai žinomų faktų suvokimą ir vertinimą, šio pirmojo varianto schemiškumas neturėtų būti laikomas trūkumu. Priešingai, skaitytojams, kuriuos jų pačių tyrinėjimai parengė čia propaguojamam persiorientavimui, ši apybraižos forma galbūt pasirodys įtaigesnė ir lengviau suvokiama. Bet ji turi ir trūkumų, todėl jau pačioje pradžioje parodau, kaip ketinu išplėsti ir pagilinti savo samprotavimus rengdamas išsamesnę knygą. Yra kur kas daugiau istorinių faktų, negu galėjau čia pateikti dėl ribotos apimties. Be to, šių faktų teikia ne tik fizikos, bet ir biologijos mokslo istorija. Čia analizuoti tik pirmuosius nusprendžiau iš dalies siekdamas didesnio šios apybraižos rišlumo, iš dalies ribojamas savo kompetencijos. Kita vertus, čia plėtojama mokslo samprata perša mintį, kad gali būti vaisingi ir daugelis naujų tiek istorinių, tiek sociologinių tyrinėjimų. Pavyzdžiui, reikia nuodugniai išanalizuoti, kokiu būdu anomalijos ar gauti visai ne tokie rezultatai, kokių tikėtasi, vis labiau patraukia mokslinės bendruomenės dėmesį, taip pat krizes, kurias gali sukelti pasikartojančios nesėkmės bandant pašalinti anomaliją. Kita vertus, jeigu aš teisus sakydamas, kad kiekviena mokslo revoliucija keičia ją patiriančios bendruomenės istorinę perspektyvą, šis perspektyvos pasikeitimas turi daryti įtaką porevoliucinių vadovėlių ir mokslinių publikacijų struktūrai. Vieną iš tokios įtakos padarinių – kitokį specialiosios literatūros, nurodomos mokslinių publikacijų išnašose, pasiskirstymą – reikėtų analizuoti kaip galimą revoliucijų simptomą.

Privalėdamas laikytis nepaprasto glaustumo, buvau priverstas atsisakyti daugelio svarbių problemų aptarimo. Pavyzdžiui, mano nubrėžta ikiparadigminių ir poparadigminių mokslo raidos periodų perskyra pernelyg schemiška. Tai, kuo vadovaujasi kiekviena iš mokyklų, kurių konkurencija būdinga ankstyvajam periodui, labai panašu į paradigmą; vėlesniu periodu susikloščius tam tikroms aplinkybėms dvi paradigmos gali taikiai koegzistuoti, nors, mano nuomone, taip būna retai. Pats paradigmos turėjimas nėra visiškai pakankamas pereinamojo raidos tarpsnio, aptariamo antrajame skyriuje, kriterijus. Kur kas svarbiau tai, kad, išskyrus keletą trumpų nukrypimų, aš nieko nepasakiau apie technologinės pažangos ar

išorinių socialinių, ekonominių ir intelektualinių sąlygų vaidmenį mokslų raidoje. Tačiau jau vien Koperniko ir kalendoriaus pavyzdys įtikina, jog išorinės sąlygos gali prisidėti prie to, kad paprasta anomalija taptų gilios krizės šaltiniu. Tas pats pavyzdys parodytų, kaip su mokslais nesusijusios sąlygos gali turėti įtakos alternatyvoms, kuriomis disponuoja mokslininkas, siekiantis įveikti krizę ir siūlantis vieną ar kitą revoliucinę reformą[4]. *Manau, kad detalus tokių poveikių aptarimas nepakeistų pagrindinių šioje apybraižoje plėtojamų teiginių, tačiau neabejotinai suteiktų analitinį aspektą, kuris nepaprastai svarbus norint suprasti mokslo pažangą.*

Pagaliau, ir tai turbūt svarbiausia, ribota apimtis iš esmės lėmė šioje apybraižoje plėtojamos istoriškai orientuotos mokslo sampratos filosofinės reikšmės traktavimą. Akivaizdu, kad ji turi tokią reikšmę, ir aš stengiausi išryškinti ir pagrįsti svarbiausius jos aspektus. Tačiau paprastai nesileisdavau į detalų įvairių požiūrių, kurių atitinkamais klausimais laikosi šiuolaikiniai filosofai, aptarimą. Kai kur pasireiškiantis mano skepticizmas dažniausiai susijęs su filosofine nuostata, o ne su kuria nors iš aiškiai suformuluotų jos išraiškų. Todėl kai kuriems filosofams, išmanantiems vieną iš šių suformuluotų požiūrių ir besivadovaujantiems juo, gali atrodyti, kad aš nesupratau jų pozicijos. Manau, jie bus neteisūs, tačiau įtikinti juos nėra šios apybraižos tikslas. Jeigu bandyčiau tai padaryti, turėčiau parašyti daug didesnę ir visiškai kitokio pobūdžio knygą.

[4] Šie veiksniai aptariami knygoje: T. S. Kuhn, *The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of Western Thought* (Cambridge, Mass., 1957), p. 122–132, 270–271. Kitokie išorinių intelektualinių ir ekonominių sąlygų poveikiai savarankiškai mokslo raidai atskleidžiami mano straipsniuose: „Conservation of Energy as an Example of Simultaneous Discovery", *Critical Problems in the History of Science*, ed. Marshall Clagett (Madison, Wis., 1959), p. 321–356; „Engineering Precedent for the Work of Sadi Carnot", *Archives internationales d'histoire des sciences*, XIII (1960), p. 247–251; „Sadi Carnot and the Cagnard Engine", *Isis*, LII (1961), p. 567–574. Taigi išorinių veiksnių vaidmenį aš laikau nesvarbiu tik šioje apybraižoje analizuojamų problemų atžvilgiu.

Autobiografiniais fragmentais, kuriais pradedama ši pratarmė, norėjau parodyti, už ką esu labiausiai skolingas tiek mokslininkų darbams, tiek institucijoms, prisidėjusioms prie mano mąstymo formavimo. Likusią skolą pasistengsiu grąžinti cituodamas juos tolesniuose puslapiuose. Tačiau visa tai, kas pasakyta, tik menkai teatspindi mano didžiulį asmeninį dėkingumą daugybei žmonių, kurie savo patarimais ir kritika vienu ar kitu metu palaikė mano intelektualinį brendimą ar kreipė jį tam tikra linkme. Nuo tada, kai šios apybraižos idėjos pradėjo įgyti formą, prabėgo labai daug laiko; sąrašas visų tų, kurie šiuose puslapiuose galėtų rasti savo įtakos ženklų, beveik sutaptų su mano draugų ir pažįstamų sąrašu. Atsižvelgdamas į šias aplinkybes, privalau čia paminėti tik keletą padariusiųjų svarbiausią įtaką, kurios neįmanoma visiškai užmiršti net ir turint prastą atmintį.

Jamesas B. Conantas, tuometinis Harvardo universiteto rektorius, pirmasis supažindino mane su mokslo istorija ir taip paskatino keisti mokslo pažangos prigimties sampratą. Nuo pat pradžių jis negailėjo idėjų, kritikos ir laiko, perskaitė pirminį rankraščio variantą ir pasiūlė padaryti svarbių pakeitimų. Tuo metu, kai pradėjo formuotis mano idėjos, dar aktyviau su manimi bendradarbiavo Leonardas K. Nashas, su kuriuo aš penkerius metus skaičiau dr. Conanto pradėtą mokslo istorijos kursą. Vėlesniame idėjų raidos tarpsnyje man jo labai trūko. Laimė, kai išvykau iš Kembridžo, jo, kaip kūrybingo naujų idėjų skleidėjo, vietą užėmė mano kolega iš Berklio Stanley Cavellas. Cavellas – filosofas, daugiausia domėjęsis etika ir estetika, – priėjo prie išvadų, daugeliu atžvilgių sutampančių su manosiomis, ir tai nuolat mane skatino ir drąsino. Be to, jis yra vienintelis žmogus, pagaudavęs mano mintį iš pusės žodžio. Toks bendravimo būdas liudija, kad jis puikiai suprato mane, todėl sugebėjo nurodyti man kelią, kuriuo eidamas galėjau įveikti ar apeiti daugelį nemenkų kliūčių, iškilusių rengiant pirmąjį rankraščio variantą.

Kai šis variantas buvo parašytas, daugelis kitų draugų padėjo jį pertvarkyti. Tikiuosi, jie man atleis, jeigu paminėsiu tik keturis, kurių indėlis buvo svarbiausias ir lemiamas: Paulą K. Feyerabendą

iš Berklio, Ernestą Nagelį iš Kolumbijos universiteto, H. Pierre'ą Noyesą iš Lawrence'o Radiacijos laboratorijos ir savo studentą Johną L. Heilbroną, dažnai dirbusį kartu su manimi rengiant galutinį variantą spaudai. Visas jų pastabas ir patarimus aš laikau labai naudingais, tačiau neturiu pagrindo manyti (veikiau turiu pagrindo abejoti), kad jie ar kiti, kuriuos paminėjau anksčiau, visiškai pritarė galutiniam rankraščio variantui.

Pagaliau esu dėkingas tėvams, žmonai ir vaikams, tačiau šis dėkingumas yra visai kitokio pobūdžio. Kiekvienas iš jų man sunkiai suvokiamu būdu taip pat įdėjo dalelę savo intelekto į mano darbą. Tačiau jie – vieni daugiau, kiti mažiau – padarė ir kai ką svarbesnio. Jie pritarė mano darbui ir netgi skatino atsidėti jam. Kiekvienas, kuris plūkėsi įgyvendindamas tokį sumanymą, žino, kiek jiems tai atsiėjo. Nežinau, kaip jiems atsidėkoti.

Berklis, Kalifornija,
1962 m. vasaris

T. S. K.

I. ĮŽANGA: ISTORIJOS VAIDMUO

Istorija, jeigu į ją žiūrėsime ne vien kaip į anekdotų ir chronologine tvarka išdėstytų įvykių saugyklą, galėtų iš esmės pakeisti dabartinę mūsų mokslo sampratą. Toji samprata anksčiau susiformavo (net ir pačių mokslininkų) daugiausia studijuojant mokslo pasiektus laimėjimus, užfiksuotus klasikiniuose veikaluose, o vėliau vadovėliuose, iš kurių kiekviena nauja mokslininkų karta mokosi dirbti savo darbą. Tačiau tokios knygos neišvengiamai siekia mokomųjų tikslų ir stengiasi įtikinti; iš jų susidaryta mokslo samprata, ko gero, ne ką labiau atitinka jas sukūrusią veiklą negu nacionalinės kultūros vaizdinys, susidarytas remiantis turistine brošiūra ar kalbos vadovėliu. Šioje apybraižoje stengiamasi parodyti, kad jos mus iš esmės suklaidino. Apybraižos tikslas – pateikti visiškai kitokios mokslo koncepcijos, kurią formuoja istorinis požiūris į pačią mokslinę tiriamąją veiklą, metmenis.

Tačiau net ir istorija nepadės susidaryti naujos koncepcijos, jeigu istoriniai faktai ir toliau bus renkami bei analizuojami iš esmės siekiant atsakyti į klausimus, kuriuos kelia mokslo vadovėlių suformuotas neistorinis stereotipas. Pavyzdžiui, tie vadovėliai dažnai peršа mintį, kad mokslo turinį iliustruoja vien tik jų puslapiuose aprašyti stebėjimai, dėsniai ir teorijos. Be to, skaitant tas knygas dažnai susidaro įspūdis, kad manipuliavimo faktais būdai, kuriais buvo renkami duomenys vadovėliui, ir loginės operacijos, naudojamos susieti šiems duomenims su vadovėlio teoriniais apibendrinimais, ir yra moksliniai metodai. Dėl to susiformavo mokslo koncepcija, pateikianti giliaminčių išvadų apie jo prigimtį ir raidą.

Jeigu mokslas yra faktų, teorijų ir metodų, surinktų paplitusiuose vadovėliuose, visuma, tada mokslininkai yra tie žmonės, kurie sėkmingai ar nesėkmingai stengiasi papildyti šią visumą vienu ar kitu elementu. Mokslo raida tampa laipsnišku procesu, papildančiu pavieniais faktais ar jų grupėmis šią nuolat didėjančią sankaupą, sudarančią mokslinę metodologiją ir pažinimą. O mokslo istorija tampa disciplina, fiksuojančia ir šiuos nuoseklius prieaugius, ir kliūtis, trukdančias juos kaupti. Taigi mokslo raida besidominčiam istorikui iškyla du pagrindiniai uždaviniai. Viena vertus, jis turi nustatyti, kas ir kada atrado ar išrado kiekvieną šiuolaikinio mokslo faktą, dėsnį ir teoriją. Kita vertus, jis turi apibūdinti ir paaiškinti daugybę klaidų, mitų ir prietarų, kliudžiusių sparčiau kaupti elementus, sudarančius šiuolaikinio mokslo turinį. Daugelis tyrinėjimų orientavosi, o kai kurie ir toliau orientuojasi į šiuos tikslus.

Tačiau pastaruoju metu kai kuriems mokslo istorikams darosi vis sunkiau atlikti tas funkcijas, kurias jiems priskiria kumuliatyvios raidos koncepcija. Būdami žinių kaupimo proceso metraštininkai, jie įsitikina, kad kuo toliau tyrinėjama, tuo sunkiau, o ne lengviau atsakyti į tokius klausimus, kaip: kada buvo atrastas deguonis? Kas pirmasis suprato egzistuojant energijos tvermės dėsnį? Kai kuriems iš jų vis labiau kyla įtarimas, kad tokie klausimai tiesiog yra klaidingi. Galimas daiktas, mokslo raidą sudaro visai ne atskirų atradimų ir išradimų kaupimas. Kartu šiems istorikams darosi vis sunkiau praeities stebėjimų ir įsitikinimų „mokslinį" komponentą atskirti nuo to, ką jų pirmtakai nedvejodami pavadindavo „klaida" ir „prietaru". Kuo nuodugniau jie nagrinėja, tarkime, Aristotelio dinamiką, flogistono teorija pagrįstą chemiją ar kaloriko samprata pagrįstą termodinamiką, tuo aiškiau suvokia, kad šios kadaise paplitusios pažiūros į gamtą kaip visuma nebuvo nei mažiau mokslinės, nei labiau subjektyvistinės negu vyraujančios dabar. Jeigu šie pasenę įsitikinimai vadintini mitais, tada mitai gali būti kuriami tais pačiais

metodais ir gyvuoti dėl tų pačių priežasčių, kurios mūsų laikais formuoja mokslinį pažinimą. Jeigu, kita vertus, jie vadintini mokslu, tada mokslas apėmė pažiūrų sistemas, visiškai nesuderinamas su tomis, kurių mes laikomės šiandien. Iš šių alternatyvų istorikas turi rinktis pastarąją. Pasenusios teorijos iš esmės nėra nemokslinės dėl to, kad buvo atmestos. Tačiau taip pasirinkus sunku mokslo raidą traktuoti kaip prieaugio procesą. Tas pats istorinis tyrinėjimas, kuris atskleidžia keblumus, iškylančius norint individualizuoti išradimus ir atradimus, duoda pagrindą giliai suabejoti kumuliacijos procesu, kuris, kaip manyta, sujungia šiuos individualius indėlius į mokslą.

Visų šių abejonių ir keblumų rezultatas yra mokslo istoriografijos revoliucija, nors ji dar tik prasideda. Mokslo istorikai pamažu ir dažnai šito iki galo nesuvokdami pradėjo kelti kitokio pobūdžio klausimus ir tirti kitokias mokslo raidos kryptis, dažnai nesusijusias su faktų kaupimu. Užuot ieškoję ankstesniojo mokslo indėlio, turinčio išliekamąją vertę mūsų dabartiniam pasaulėvaizdžiui, jie stengiasi atskleisti tuometinį to mokslo vientisumą. Pavyzdžiui, juos labiau domina ne Galilei'aus pažiūrų santykis su šiuolaikinio mokslo požiūriu, bet jo pažiūrų ryšys su jo grupės – jo mokytojų, amžininkų ir tiesioginių jo mokslo sekėjų – idėjomis. Be to, jie atkakliai laikosi nuomonės, kad šios ir kitų panašių grupių pažiūras reikia analizuoti vadovaujantis požiūriu (kuris paprastai labai skiriasi nuo šiuolaikinio mokslo požiūrio), priskiriančiu šioms pažiūroms maksimalią vidinę darną ir didžiausią įmanomą gamtos atitikimą. Šiuo požiūriu grindžiamuose darbuose, kurių geriausias pavyzdys tikriausiai yra Alexandre'o Koyré veikalai, iškyla visai kitoks mokslo vaizdas nei analizuotas autorių, kurie vadovavosi ankstesniąja istoriografine tradicija. Šie istoriniai tyrinėjimai bent jau netiesiogiai perša mintį apie naujos mokslo sampratos galimybę. Šioje apybraižoje siekiama nubrėžti šios sampratos kontūrus išryškinant kai kurias naujosios istoriografijos prielaidas.

Kurie mokslo aspektai taps reikšmingiausi stengiantis tai padaryti? Pirmiausia (bent jau vardijant iš eilės) tai, kad metodologinės direktyvos pačios savaime negali padiktuoti vienintelio tikro atsakymo į daugelį mokslo klausimų. Jeigu žmogui, neišmanančiam elektros ir chemijos, tačiau žinančiam, kas yra moksliška, bus liepta tirti elektros ar chemijos reiškinius, jis gali logiškai teisingai prieiti bet kurią iš daugybės nesuderinamų išvadų. Kurią būtent iš šių galimų logiškų išvadų jis prieis, tikriausiai priklauso nuo jo ankstesnio patyrimo kitose srityse, nuo tyrinėjant pasitaikančių atsitiktinumų ir nuo jo individualaus mąstymo būdo. Pavyzdžiui, kokias žinias apie žvaigždes jis pasitelkia studijuodamas chemiją arba elektrą? Kuriuos iš daugelio galimų eksperimentų, susijusių su naująja sritimi, jis pasirinks atlikti pirmiausia? Kurie jų atskleidžiamo sudėtingo reiškinio aspektai jam atrodo itin svarbūs norint paaiškinti cheminių virsmų ar elektrinio giminiškumo prigimtį? Bent jau atskiram mokslininkui, o kartais ir mokslinei bendruomenei atsakymai į tokius klausimus dažnai yra esminiai mokslo raidos determinantai. Pavyzdžiui, antrajame skyriuje mes atkreipsime dėmesį į tai, kad daugelio mokslų ankstyvosioms raidos pakopoms būdingas nuolatinis daugybės skirtingų požiūrių į gamtą konkuravimas, tuo tarpu visi šie požiūriai iš dalies rėmėsi moksliniu stebėjimu ir mokslinio metodo nurodymais ir visi iš esmės jiems neprieštaravo. Šias įvairias mokyklas skiria ne vienokie ar kitokie metodų trūkumai – visi jie buvo „moksliniai“, – bet tai, ką mes pavadinsime nebendramačiais pasaulio matymo ir jo mokslinio tyrimo būdais. Stebėjimas ir patyrimas gali ir turi griežtai apriboti priimtinų mokslinių pažiūrų diapazoną, kitaip nebus mokslo. Tačiau vien tik jie negali nulemti konkretaus tokių pažiūrų turinio. Vienas iš pažiūras, kurių tam tikru metu laikosi tam tikra mokslinė bendruomenė, formuojančių veiksnių visuomet yra savaimės elementas, priklausomas nuo asmeninių ir istorinių faktorių.

Tačiau šis savaimės elementas nereiškia, kad mokslininkų grupė gali dirbti savo darbą neturėdama tam tikros visuotinai pripažintų pažiūrų sistemos. Nesumenkina jis ir faktų visumos, kuria tam tikru metu remiasi grupė, svarbos. Vargu ar veiksmingas tyrinėjimas gali prasidėti anksčiau, nei mokslinė bendruomenė nusprendžia turinti tvirtus atsakymus į tokius klausimus, kaip: iš kokių fundamentalių esinių sudaryta visata? Kaip jie sąveikauja tarpusavyje ir veikia jusles? Kokius klausimus pagrįstai galima pateikti apie tokius esinius ir kokius metodus galima taikyti ieškant sprendimų? Bent jau brandžiuose moksluose atsakymai į tokius klausimus (arba jų visaverčiai pakaitai) tvirtai įdiegiami mokymo procese, kuris parengia studentą profesionaliai veiklai ir suteikia teisę jos imtis. Kadangi mokoma griežtai ir nuodugniai, šie atsakymai daro moksliniam mąstymui stiprią įtaką. Tai padeda paaiškinti tiek normalios mokslinės tiriamosios veiklos ypatingą efektyvumą, tiek jos kryptį tam tikru metu. III, IV ir V skyriuose analizuodami normalų mokslą mes galiausiai sieksime apibūdinti mokslinį tyrinėjimą kaip atkaklias ir pasiaukojamas pastangas įsprausti gamtą į profesinio mokymo suformuotus konceptualinius rėmus. Kartu mums rūpės ir tai, ar mokslinis tyrinėjimas gali vykti be tokių rėmų, nesvarbu, koks savaimės elementas glūdi jų istoriniuose šaltiniuose, o kartais ir jų tolesnėje raidoje.

Tačiau šis savaimės elementas yra, ir jis daro reikšmingą poveikį mokslo raidai, kurį detaliai analizuosime VI, VII ir VIII skyriuose. Normalus mokslas, kuriam dauguma mokslininkų neišvengiamai skiria beveik visą savo laiką, remiasi prielaida, kad mokslinė bendruomenė žino, koks yra pasaulis. Daugelį mokslo laimėjimų lemia bendruomenės siekimas apginti šią prielaidą, jeigu reikia – ir brangia kaina. Pavyzdžiui, normalus mokslas dažnai stabdo fundamentalias naujoves, nes jos neišvengiamai griauna pamatines jo nuostatas. Vis dėlto kol tose nuostatose išlieka savaimės elementas, pati mokslinio tyrinėjimo prigimtis ga-

rantuoja, kad naujovės nebus labai ilgai stabdomos. Kartais normalios problemos, kuri turėtų būti išsprendžiama taikant žinomas taisykles ir procedūras, negali įveikti ir gabiausi grupės, kurios kompetencijai ji priklauso, nariai, nors ne kartą mėgina tai padaryti. Kitais atvejais instrumentas, skirtas ir sukonstruotas normalaus mokslinio tyrinėjimo reikmėms, nefunkcionuoja taip, kaip numatyta, ir išryškina anomaliją, kurios, nepaisant daugkartinių pastangų, neįmanoma suderinti su profesionalaus pasirengimo diktuojamais lūkesčiais. Dėl šių ir kitokių priežasčių normalus mokslas nuolat pasimeta. O kai taip atsitinka, – t. y. kai specialistai nebegali išvengti anomalijų, griaunančių egzistuojančią mokslinės praktikos tradiciją, – tada prasideda netradiciniai tyrinėjimai, ir specialistai galiausiai priima naują nuostatų sistemą, suteikiančią naują pagrindą moksliniams tyrinėjimams. Tokios išskirtinės situacijos, kai pasikeičia profesinės nuostatos, šioje apybraižoje traktuojamos kaip mokslo revoliucijos. Jos papildo tradicijų saistomą normalaus mokslo veiklą tradicijas griaunančiais veiksniais.

Akivaizdžiausi mokslo revoliucijų pavyzdžiai yra tie gerai žinomi mokslo raidos epizodai, kurie jau seniai dažnai vadinami revoliucijomis. Todėl IX ir X skyriuose, kuriuose kaip tik analizuojama mokslo revoliucijų prigimtis, mes ne kartą kalbėsime apie svarbiausius mokslo raidos lūžius, susijusius su Koperniko, Newtono, Lavoisier ir Einsteino vardais. Jie geriau už daugelį kitų mokslo, bent jau fizikos, istorijos epizodų parodo, kas yra mokslo revoliucijos. Kiekvienas iš jų privertė bendruomenę atmesti vieną ilgai pripažintą mokslinę teoriją dėl kitos, nesuderinamos su ja. Kiekvienas sukėlė su tuo susijusius poslinkius problemų, kurias dera moksliškai analizuoti, ir kriterijų, pagal kuriuos specialistai nustatydavo, ką reikia laikyti keltina problema arba pagrįstu problemos sprendimu, srityje. Ir kiekvienas taip transformavo mokslinę vaizduotę, kad galiausiai mes turime apibūdinti tai kaip pasaulio, kuriame vyksta mokslinis darbas, transformaciją. To-

kie pokyčiai kartu su beveik visuomet juos lydinčiomis diskusijomis yra būdingieji mokslo revoliucijų bruožai.

Šie būdingieji bruožai ypač išryškėja analizuojant, tarkime, Newtono įvykdytą revoliuciją arba chemijos revoliuciją. Tačiau juos galima atkurti ir analizuojant daugelį kitų epizodų, kurių revoliucinė reikšmė ne tokia akivaizdi, – tai viena iš pagrindinių šios apybraižos tezių. Maxwello lygtys siauresnei mokslininkų grupei, kuriai jos turėjo įtakos, buvo tokios pat revoliucingos kaip ir Einsteino teorija, ir joms lygiai taip pat buvo priešinamasi. Kitų naujų teorijų sukūrimas visuomet sukelia tokią pačią kai kurių specialistų, į kurių kompetencijos sritį jos kėsinasi, reakciją, ir tai suprantama. Jiems nauja teorija reiškia taisyklių, kuriomis iki tol vadovavosi normalaus mokslo praktika, pasikeitimą. Vadinasi, nauja teorija neišvengiamai turi įtakos didžiajai daliai jų jau sėkmingai užbaigto mokslinio darbo. Štai kodėl nauja teorija, kad ir taikoma tik labai specialioje srityje, retai (arba niekada) tik papildo tai, kas jau buvo žinoma. Norint ją perimti, būtina rekonstruoti ankstesnę teoriją ir iš naujo įvertinti ankstesnius faktus, – tai yra vidinis revoliucinis procesas, kurį retai įgyvendina vienas žmogus ir niekada – per labai trumpą laiką. Nenuostabu, kad istorikams sunku tiksliai nustatyti šio ilgalaikio proceso, kurį jų terminija verčia traktuoti kaip izoliuotą įvykį, datą.

Kita vertus, naujų teorijų sukūrimas nėra vieninteliai mokslo įvykiai, turintys revoliucinį poveikį toje srityje dirbantiems specialistams. Nuostatos, kuriomis vadovaujasi normalus mokslas, nurodo ne tik universumą sudarančių esinių rūšis, bet netiesiogiai ir tas, kurių jame nėra. Vadinasi (nors šį klausimą reikia aptarti išsamiau), atradimai, pavyzdžiui, deguonies arba rentgeno spindulių, nėra paprastas mokslo pasaulio papildymas dar vienu elementu. Galiausiai taip atsitinka, bet tik tada, kai profesinė bendruomenė iš naujo įvertina tradicines eksperimentines procedūras, pakeičia savąją esinių sampratą, prie kurios yra seniai pripratusi, ir šia-

me procese pertvarko teorinę schemą, kuria vadovaujasi traktuodama pasaulį. Mokslinio fakto ir teorijos negalima kategoriškai atskirti, tai įmanoma tik normalaus mokslo tradicinės praktikos rėmuose. Štai kodėl netikėtas atradimas yra reikšmingas ne tik kaip naujas faktas, štai kodėl fundamentalūs nauji faktai ar teorijos ne tik kiekybiškai praturtina mokslininko pasaulį, bet ir transformuoja jį kokybiškai.

Ši išplėsta mokslo revoliucijų prigimties samprata detaliai analizuojama tolesniuose puslapiuose. Žinoma, išplėtimas iškreipia įprastinę vartoseną. Vis dėlto aš ir toliau net apie atskirus atradimus kalbėsiu kaip apie revoliucinius, nes tai suteikia galimybę jų struktūrą susieti su, tarkime, Koperniko sukeltos revoliucijos struktūra, ir kaip tik dėl to ši išplėsta samprata man atrodo tokia svarbi. Ankstesni samprotavimai parodo, kaip tolesniuose devyniuose skyriuose bus aptariamos viena kitą papildančios normalaus mokslo ir mokslo revoliucijų sąvokos. Kitose apybraižos dalyse stengiamasi nušviesti dar tris esminius klausimus. XI skyriuje aptariant vadovėlių tradiciją analizuojama, kodėl anksčiau buvo taip sunku įžvelgti mokslo revoliucijas. XII skyriuje apibūdinama senosios normalaus mokslo tradicijos gynėjų ir naujosios šalininkų konkurencija revoliucijų periodais. Taigi analizuojamas procesas, kuris mokslinio tyrimo teorijoje galėtų iš dalies pakeisti patvirtinimo arba falsifikacijos procedūras, žinomas iš įprastinės mokslo sampratos. Mokslinės bendruomenės grupių konkurencija yra vienintelis istorinis procesas, kurio rezultatas yra ankstesnės teorijos atmetimas arba naujos pripažinimas. Pagaliau XIII skyriuje klausiama, kaip revoliucinė mokslo raida gali būti suderinama su akivaizdžiai unikaliu mokslo pažangos pobūdžiu. Tačiau apybraižoje pateikiami tik pagrindiniai atsakymo į šį klausimą metmenys, – atsakymas priklauso nuo mokslinei bendruomenei būdingų bruožų, kuriems išanalizuoti reikia daug papildomų pastangų.

Neabejoju, kad kai kuriems skaitytojams jau kilo klausimas, ar istorinis tyrinėjimas gali sukelti konceptualinę trans-

formaciją, kurios čia siekiama. Ištisas dichotomijų arsenalas gali piršti mintį, kad tai neįmanoma. Pernelyg dažnai kartojame, kad istorija yra grynai aprašomoji disciplina. O anksčiau pateiktos tezės dažnai yra interpretacinės, kartais – normatyvinės. Be to, daugelis mano apibendrinimų susiję su sociologija arba mokslininkų socialine psichologija, tačiau bent jau keletas mano išvadų tradiciškai priklauso logikai arba epistemologijai. Net gali atrodyti, kad ankstesnėje pastraipoje aš pažeidžiau labai svarbią šiuolaikinę „atradimo konteksto" ir „pagrindimo konteksto" perskyrą. Ar šis skirtingų mokslo sričių ir interesų mišinys gali reikšti ką nors daugiau negu visišką painiavą?

Vargu ar aš geriau suvokčiau šių ir kitų panašių perskyrų svarbą ir galią, jeigu intelektualiai tebebūčiau prisirišęs prie jų. Daugelį metų aš laikiau jas susijusiomis su mokslo prigimtimi ir tebemanau, kad deramai patikslintos jos gali pasakyti mums daug ką svarbaus. Tačiau stengdamasis pritaikyti jas, netgi *grosso modo**, realioms situacijoms, kuriose įgyjamos, perimamos ir asimiliuojamos žinios, įsitikinau, kad jos yra labai problemiškos. Dabar man atrodo, kad jos yra ne elementarios loginės ar metodologinės perskyros, kurios turi būti pirmesnės už mokslinio pažinimo analizę, bet veikiau tradicinės esminių atsakymų kaip tik į tuos klausimus, kurių kontekste jos buvo suformuluotos, sistemos sudedamosios dalys. Dėl šiuo atveju susidarančio loginio rato jų negalima laikyti nepagrįstomis. Tačiau dėl to jos tampa tam tikros teorijos dalimis ir turi būti taip pat nuodugniai analizuojamos, kaip ir kitų sričių teorijos. Jeigu jų turinį sudaro ne vien grynos abstrakcijos, tą jų turinį reikia atskleisti tiriant jų taikymą duomenims, kuriuos jos turėtų paaiškinti. Argi mokslo istorija negali būti reiškinių, kuriems pagrįstai gali būti taikomos pažinimo teorijos, šaltinis?

* Bendrais bruožais, apytikriai (*it.*). – *Vert.*

II. KELIAS Į NORMALŲ MOKSLĄ

Šioje apybraižoje terminas „normalus mokslas" reiškia tokį tyrinėjimą, kuris tvirtai remiasi vienu ar keliais praeities mokslo pasiekimais – pasiekimais, kuriuos tam tikra mokslinė bendruomenė kurį laiką pripažįsta savo tolesnės praktinės veiklos pagrindu. Šiandien tokie pasiekimai dėstomi vadovėliuose (nors retai – savo pradine forma), tiek elementariuose, tiek aukštesnio lygio. Tuose vadovėliuose aiškinama pripažintos teorijos esmė, iliustruojami daugelis arba visi sėkmingo jos taikymo atvejai, jie lyginami su pavyzdiniais stebėjimais ir eksperimentais. Tokie vadovėliai plačiai paplito tik XIX amžiaus pradžioje (besiformuojančių naujų mokslų – dar vėliau), o iki to laiko panašią funkciją atliko žymūs mokslo klasikos veikalai. Aristotelio *Fizika*, Ptolemajo *Almagest*, Newtono *Principia* ir *Optika*, Franklino *Elektra*, Lavoisier *Chemija* ir Lyellio *Geologija* – šie ir daugelis kitų darbų ilgą laiką netiesiogiai lėmė, kokios tam tikros mokslo srities problemos ir tyrimo metodai vėlesnių mokslininkų kartų buvo laikomi pagrįstais. Tai buvo įmanoma dėl dviejų jiems būdingų ypatumų. Jų turinys buvo pakankamai beprecedentinis, kad ilgam pritrauktų grupę šalininkų iš konkuruojančių mokslinės veiklos krypčių. Kartu jis buvo pakankamai atviras, ir naujos mokslininkų grupės galėjo rasti įvairiausių neišspręstų problemų.

Pasiekimus, kuriems būdingi šie du ypatumai, toliau aš vadinsiu „paradigmomis" – tai terminas, glaudžiai susijęs su „normalaus mokslo" sąvoka. Aš pasirinkau jį norėdamas pasakyti, kad kai kurie pripažinti esamos mokslo praktikos pavyzdžiai – pavyzdžiai, apimantys dėsnį, teoriją, pritaikymą ir

instrumentarijų, – pateikia modelius, formuojančius konkrečias aiškias mokslinio tyrinėjimo tradicijas. Tai tradicijos, kurias istorikai vadina „Ptolemajo (arba Koperniko) astronomija", „Aristotelio (arba Newtono) dinamika", „korpuskulinė optika" (arba „banginė optika") ir t. t. Kaip tik analizuodamas paradigmas, tarp jų ir kur kas specialesnes nei tos, kurias išvardijau kaip pavyzdžius, studentas iš esmės pasirengia narystei tam tikroje mokslinėje bendruomenėje, su kuria jis vėliau drauge dirbs. Kadangi jis prisijungia prie žmonių, kurie savo srities pagrindų mokėsi iš tų pačių konkrečių modelių, jo tolesnė mokslinė veikla retai akivaizdžiai prieštaraus fundamentaliems principams. Žmonės, kurių moksliniai tyrinėjimai grindžiami tomis pačiomis paradigmomis, vadovaujasi tomis pačiomis mokslinės veiklos taisyklėmis ir standartais. Šis kriterijų bendrumas ir iš to kylantis aiškus sutarimas yra normalaus mokslo, t. y. tam tikros mokslinio tyrinėjimo tradicijos genezės ir tęstinumo, prielaidos.

Kadangi šioje apybraižoje paradigmos sąvoka dažnai bus pakeičiami įvairūs žinomi terminai, reikia išsamiau aptarti šios sąvokos įvedimo priežastis. Kodėl konkretus mokslo pasiekimas kaip profesinės nuostatos objektas yra pirmesnis už įvairias sąvokas, dėsnius, teorijas ir požiūrius, kuriuos galima iš jo kildinti? Kokia prasme visų pripažįstama paradigma mokslo raidos tyrinėtojui yra pagrindinis matas – matas, kurio negalima visiškai redukuoti į atominius loginius komponentus, galinčius funkcionuoti vietoj jos? Kai penktajame skyriuje susidursime su šiais ir kitais panašiais klausimais, atsakymai į juos turės esminę reikšmę normalaus mokslo ir su juo susijusios paradigmos sąvokos supratimui. Tačiau šis abstraktesnis aptarimas remsis ankstesne normalaus mokslo ar funkcionuojančios paradigmos pavyzdžių apžvalga. Antai abi šios susijusios sąvokos gali būti paaiškintos atkreipiant dėmesį į tai, kad galimas ir mokslinis tyrinėjimas be paradigmų ar bent jau be tokių neabejotinų ir tokių privalomų paradigmų kaip anksčiau minėtosios. Paradigmos ir la-

biau ezoterinio tyrinėjimo tipo, kuriam ji sudaro sąlygas, formavimasis liudija kiekvieno mokslo raidos brandumą.

Jeigu istorikas gilinsis į kokios nors giminiškų reiškinių grupės mokslinio pažinimo praeitį, jis tikriausiai susidurs su miniatiūriniu to modelio, kuris čia iliustruojamas pavyzdžiais iš fizikinės optikos istorijos, variantu. Šiuolaikiniai fizikos vadovėliai studentams pasakoja, kad šviesa yra fotonai, t. y. kvantiniai-mechaniniai esiniai, pasižymintys kai kuriomis bangų ir kai kuriomis dalelių savybėmis. Tyrinėjimas vyksta vadovaujantis šia samprata arba veikiau labiau detalizuotu ir matematiniu aprašymu, kuriuo remiasi šis įprastas žodinis apibūdinimas. Tačiau tokia šviesos samprata atsirado tik prieš kokį pusšimtį metų. Šio amžiaus pradžioje ją išplėtojo Planckas, Einsteinas ir kiti, o iki tol fizikos vadovėliai mokė, kad šviesa yra skersinių bangų sklidimas, ir ši samprata rėmėsi paradigma, kurią galiausiai suformavo XIX amžiaus pradžioje parašyti Youngo ir Fresnelio optikos darbai. Be to, bangų teorija nebuvo pirmoji, kurią pripažino beveik visi optikos tyrinėtojai. XVIII amžiuje šios mokslo srities paradigma rėmėsi Newtono *Optika*, kuri mokė, kad šviesa yra materialių dalelių srautas. Tuo metu fizikai, skirtingai nei pirmieji banginės teorijos šalininkai, ieškojo šviesos dalelių, krintančių į kietus kūnus, slėgio įrodymų[1].

Šios fizikinės optikos paradigmų transformacijos yra mokslo revoliucijos, ir nuoseklus perėjimas nuo vienos paradigmos prie kitos revoliucijos būdu yra įprastas brandaus mokslo raidos modelis. Tačiau periodui iki Newtono darbų toks modelis nebuvo būdingas, ir čia mums kaip tik ir rūpi išsiaiškinti, kas lėmė šį skirtumą. Nuo gilios senovės iki XVII amžiaus pabaigos nebuvo tokio tarpsnio, kuriuo būtų vyravęs vienintelis visuotinai pripažintas požiūris į šviesos prigimtį. Priešingai,

[1] Joseph Priestley, *The History and Present State of Discoveries Relating to Vision, Light, and Colours* (London, 1772), p. 385–390.

buvo daugybė konkuruojančių mokyklų ir mokyklėlių, ir dauguma jų palaikė vieną ar kitą Epikūro, Aristotelio ar Platono teorijos variantą. Viena grupė manė, kad šviesa yra materialių kūnų skleidžiamos dalelės; kita ją laikė tarp kūno ir akies esančios terpės modifikacija, dar kita šviesą aiškino kaip aplinkos ir pačių akių spinduliavimo sąveiką; buvo ir dar kitokių derinių ir modifikacijų. Kiekviena iš atitinkamų mokyklų rėmėsi tam tikrais metafiziniais teiginiais, ir kiekviena pabrėžė kaip paradigminius stebėjimus būtent tą optikos reiškinių pluoštą, kurį jos teorija galėjo geriausiai paaiškinti. Kiti stebėjimai buvo aiškinami remiantis *ad hoc** teiginiais arba paliekami paaiškinti tolesniems tyrinėjimams[2].

Įvairiu metu visos šios mokyklos svariai prisidėjo kuriant sąvokų, reiškinių ir techninių priemonių visumą, kurios pagrindu Newtonas sukūrė pirmąją beveik visuotinai pripažintą fizikinės optikos paradigmą. Mokslininko apibrėžimas, neapimantis bent jau kūrybingiausių šių įvairių mokyklų narių, neapima ir jų šiuolaikinių sekėjų. Tie žmonės buvo mokslininkai. Tačiau kiekvienas, analizuojantis fizikinės optikos raidą iki Newtono, gali padaryti išvadą, kad nors šios srities tyrinėtojai buvo mokslininkai, galutinis jų veiklos rezultatas nebuvo mokslas tikrąja prasme. Negalėdamas priimti be įrodymo jokios bendros pažiūrų sistemos, kiekvienas autorius jautėsi priverstas kurti fizikinę optiką iš naujo nuo pat pamatų. Stebėjimus ir eksperimentus savo pažiūroms paremti jis pasirinkdavo palyginti laisvai, nes nebuvo jokios standartinės metodų ar reiškinių sistemos, kurią kiekvienas rašantis optikos darbą būtų privalėjęs taikyti ir aiškinti. Tokiomis aplinkybėmis rašomos knygos tekstas dažnai kitų mokyklų atstovams būdavo skiriamas ne mažiau negu gamtai. Tokia

* Konkrečiam atvejui pritaikytais (*lot.*). – *Vert.*

[2] Vasco Ronchi, *Histoire de la lumière*, trans. Jean Taton (Paris, 1956), chaps. I–IV.

padėtis ir šiandien būdinga daugeliui mokslinės kūrybos sričių, ji nėra nesuderinama su reikšmingais atradimais ir išradimais. Tačiau tai ne tas raidos modelis, pagal kurį fizikinė optika vystėsi po Newtono ir kuris šiandien tapo įprastas ir kitiems gamtos mokslams.

Elektros reiškinių tyrinėjimo XVIII amžiaus pirmojoje pusėje istorija yra konkretesnis ir geriau žinomas pavyzdys, kaip vystosi mokslas, kol jis dar nėra suformavęs savo pirmosios visuotinai pripažįstamos paradigmos. Tuo laikotarpiu buvo beveik tiek pat nuomonių apie elektros prigimtį, kiek buvo žymių šios srities eksperimentatorių, tokių kaip Hauksbee, Gray, Desagulier, Du Fay, Nolletas, Watsonas, Franklinas ir kiti. Visos jų elektros koncepcijos, kurių buvo daugybė, turėjo kai ką bendra – jos iš dalies rėmėsi vienu ar kitu mechaninės korpuskulinės filosofijos, kuria vadovavosi visi to meto moksliniai tyrinėjimai, variantu. Be to, visos jos buvo tikrai mokslinių teorijų komponentai – teorijų, kurios iš dalies buvo grindžiamos eksperimentu ir stebėjimu ir kurios iš dalies determinavo kitų tiriamų problemų pasirinkimą ir interpretavimą. Nors visi eksperimentai tyrė elektrą ir dauguma eksperimentatorių skaitė vieni kitų darbus, jų teorijas siejo tik bendras panašumas[3].

[3] Duane Roller and Duane H. D. Roller, *The Development of the Concept of Electric Charge: Electricity from the Greeks to Coulomb* („Harvard Case Histories in Experimental Science", Case 8; Cambridge, Mass., 1954); I. B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof* (Philadelphia, 1956), chaps. VII–XII. Už kai kurias šio skirsnio analizės detales esu dėkingas savo studentui Johnui L. Heilbronui, kurio dar nepaskelbtu straipsniu čia pasinaudojau. Kol jis dar neišspausdintas, išsamesnį ir tikslesnį paaiškinimą, kaip atsirado Franklino paradigma, galima rasti: T. S. Kuhn, „The Function of Dogma in Scientific Research", in A. C. Crombie (ed.), *Symposium on the History of Science, University of Oxford, July 9–15, 1961*, Heinemann Educational Books, Ltd.

Viena ankstyvųjų teorijų grupė, vadovaudamasi XVII amžiaus praktika, trauką ir įsielektrinimą dėl trinties laikė esminiais elektriniais reiškiniais. Ši grupė stūmą buvo linkusi traktuoti kaip antrinį efektą, atsirandantį dėl tam tikros mechaninės sąveikos, ir kiek įmanoma ilgiau atidėlioti Gray'aus atrasto naujo efekto – elektrinio laidumo – aptarimą ir sistemingą tyrimą. Kiti „elektrikai" (tai jų pačių terminas) trauką ir stūmą traktavo kaip vienodai elementarius elektros pasireiškimus ir atitinkamai modifikavo savo teorijas ir tyrimus. (Iš tiesų ši grupė buvo nepaprastai maža – net Franklino teorija niekada visiškai neatsižvelgė į tai, kad du neigiamą krūvį turintys kūnai stumia vienas kitą.) Bet ir jie, kaip ir pirmoji grupė, aiškindami visus, išskyrus pačius paprasčiausius, elektrinio laidumo reiškinius susidūrė su daugeliu sunkumų. Tačiau šie reiškiniai tapo dar ir trečiosios grupės išeities tašku – grupės, kuri buvo linkusi kalbėti apie elektrą kaip apie „fluidą", galintį tekėti laidininkais, o ne kaip apie „emanaciją", skleidžiamą elektrai nelaidžių kūnų. Šiai grupei savo ruožtu buvo sunku suderinti savo teoriją su daugeliu traukos ir stūmos reiškinių. Tik Franklino ir jo artimiausių sekėjų darbai įgalino sukurti teoriją, kuri vienodai lengvai galėjo atsižvelgti į beveik visus šiuos efektus ir todėl galėjo pateikti vėlesnei „elektrikų" kartai ir iš tiesų pateikė bendrą tyrimų paradigmą.

Aprašytosios situacijos istoriniu požiūriu yra tipiškos, išskyrus tokius mokslus kaip matematika ir astronomija, kurių pirmosios tvirtos paradigmos atsirado dar jų priešistorėje, ir tokius kaip biochemija, kurie atsirado skaidantis ir jungiantis jau susiformavusioms disciplinoms. Taigi nors aš ir toliau naudosiu šį nelabai vykusį supaprastinimą, kai reikšmingas mokslo istorijos epizodas siejamas su vieninteliu ir iš dalies savavališkai pasirinktu vardu (pavyzdžiui, Newtono ar Franklino), manau, kad panašūs fundamentalūs prieštaravimai buvo būdingi, pavyzdžiui, judėjimo teorijai iki Aristotelio ir statikai iki Archimedo, šilumos teori-

jai iki Blacko, chemijos – iki Boyle'io ir Boerhaave's, istorinei geologijai iki Huttono. Kai kuriose biologijos srityse, pavyzdžiui, paveldimumo teorijoje, pirmosios visuotinai pripažintos paradigmos atsirado tik visai neseniai, ir tebėra atviras klausimas, ar esama tokių paradigmų kuriose nors sociologijos srityse. Istorija perša mintį, kad kelias į tvirtą sutarimą moksliniuose tyrinėjimuose nepaprastai sunkus.

Tačiau kartu istorija nurodo ir kai kurias šiame kelyje iškylančių sunkumų priežastis. Kai nėra paradigmos ar to, kas galėtų pretenduoti į jos vaidmenį, visi faktai, kurie galėtų būti susiję su tam tikro mokslo raida, atrodo vienodai svarbūs. Dėl to pirminis faktų kaupimas yra kur kas labiau atsitiktinė veikla nei ta, kuri tampa įprasta toliau vystantis mokslui. Be to, jei nėra priežasties ieškoti tam tikros ypatingos specialesnės informacijos formos, pirminis faktų kaupimas paprastai apsiriboja lengvai prieinamais duomenimis. Taip susidariusi faktų sankaupa apima ir tokius faktus, kurie aptinkami paprastu stebėjimu ir eksperimentu, ir tokius labiau ezoterinius duomenis, kurie perimami iš seniai nusistovėjusių menų, tokių kaip medicina, kalendorių sudarinėjimas ar metalurgija. Kadangi šie menai yra lengvai prieinamas faktų, kurių negalima aptikti paprastais būdais, šaltinis, technika dažnai turėdavo gyvybiškai svarbią reikšmę naujų mokslų atsiradimui.

Tačiau nors toks faktų kaupimas turėjo esminę reikšmę daugelio svarbių mokslų atsiradimui, kiekvienas, susipažinęs, pavyzdžiui, su enciklopediniais Plinijaus veikalais ar su XVII amžiuje parašytomis Bacono gamtos istorijomis, įsitikins, kad jis sukėlė painiavą. Apskritai abejotina, ar tokią literatūrą galima vadinti moksline. Bacono šilumos, spalvos, vėjo, kalnakasybos ir t. t. „istorijose" apstu informacijos, dalis jos sunkiai suprantama. Tačiau jose faktai, kurie vėliau buvo paaiškinti (pavyzdžiui, įšilimas dėl susimaišymo), statomi į vieną gretą su tais (pavyzdžiui, mėšlo krūvos šiluma), kurie ilgą laiką buvo per daug sudėtingi, kad

būtų įjungti į kokią nors teoriją[4]. Be to, kadangi kiekvienas aprašymas neišvengiamai yra neišsamus, tipiška gamtos istorija savo nepaprastai išsamiuose aiškinimuose dažnai praleidžia kaip tik tas detales, kurios vėliau mokslininkams taps svarbiu informacijos šaltiniu. Antai beveik nė viena iš ankstyvųjų elektros „istorijų" neužsimena apie tai, kad įtrintos stiklinės lazdelės pritrauktos smulkios dalelės vėl atšoka. Šis reiškinys atrodė mechaninis, o ne elektrinis[5]. Be to, kadangi paprastas faktų kaupėjas retai turi laiko ar priemonių kritikuoti, gamtos istorijose tokie aprašymai, kaip anksčiau minėtieji, pateikiami greta kitų, tarkim, įšilimo dėl antiperistazės (arba dėl šaldymo), kurių dabar niekaip neįmanoma patvirtinti[6]. Tik labai retai, kaip, pavyzdžiui, antikinės statikos, dinamikos ir geometrinės optikos atvejais, faktai, surinkti menkai tesivadovaujant anksčiau sukurta teorija, pakankamai aiškiai sudaro pagrindą pirmosios paradigmos atsiradimui.

Tokia situacija sukuria ankstyvosioms mokslo raidos stadijoms būdingas mokyklas. Negalima interpretuoti jokios gamtos istorijos, jeigu nėra bent jau implicitinės susipynusių tarpusavyje teorinių ir metodologinių principų sistemos, įgalinančios atrinkti, vertinti ir kritikuoti. Jeigu faktų rinkimas jau rodo esant tokią principų sistemą – tokiu atveju mes turime šį tą daugiau nei „tiesiog faktus", – ją reikia paremti iš-

[4] Plg. šilumos gamtinės istorijos apmatus kn.: Bacon, *Novum Organonum*, in *The Works of Francis Bacon*, ed. J. Spedding, R. L. Ellis, and D. D. Heath, vol. VIII (New York, 1869), p. 179–203.

[5] Roller and Roller, *op. cit.*, p. 14, 22, 28, 43. Tik tada, kai pasirodė darbas, apie kurį kalbama paskutiniame iš nurodytųjų puslapių, stūmos reiškiniai buvo visuotinai pripažinti kaip neabejotinai elektriniai.

[6] Bacon, *op. cit.*, p. 235, 337. Jis rašo: „Truputį šiltas vanduo greičiau sušąla nei visiškai šaltas". Šio keisto pastebėjimo ankstesnė istorija šiek tiek aptariama kn.: Marshall Clagett, *Giovanni Marliani and Late Medieval Physics* (New York, 1941), chap. IV.

oriškai, galbūt paplitusia metafizika, kitu mokslu arba asmeniniu ar istoriniu patyrimu. Todėl nenuostabu, kad ankstyvosiose kiekvieno mokslo raidos pakopose skirtingi žmonės, susidūrę su tomis pačiomis reiškinių grupėmis, bet ne visada su tais pačiais konkrečiais reiškiniais, skirtingai juos aprašo ir interpretuoja. Stebina tai, kad tokie pradiniai požiūrių skirtumai ilgainiui dažniausiai išnyksta, ir tai, ko gero, yra unikalus tų sričių, kurias vadiname mokslu, bruožas.

O jie iš tiesų išnyksta – iš pradžių gerokai susilpnėja, paskui visiškai išnyksta. Be to, jų išnykimą paprastai lemia vienos iš ikiparadigminių mokyklų, kuri dėl jai būdingų įsitikinimų ir išankstinio nusistatymo akcentavo tik tam tikrą specialią labai gausios ir neapdorotos informacijos sankaupos dalį, triumfas. Šiuo atveju puikus pavyzdys yra tie elektros reiškinių tyrinėtojai, kurie elektrą laikė fluidu ir dėl to ypač pabrėžė laidumą. Vadovaudamiesi šiuo požiūriu, vargu ar galėjusiu paaiškinti žinomų traukos ir stūmos efektų įvairovę, kai kurie iš jų sumanė supilti elektringą skystį į butelį. Tiesioginis jų pastangų vaisius buvo Leideno stiklinė, prietaisas, kurio niekada nebūtų galėjęs sukurti atsitiktinai ir aklai gamtą tyrinėjantis žmogus ir kurį iš esmės nepriklausomai vienas nuo kito XVII a. penktojo dešimtmečio pradžioje sukūrė mažiausiai du mokslininkai[7]. Franklinui beveik nuo pat jo elektros tyrinėjimų pradžios ypač rūpėjo paaiškinti šį keistą ir iš tiesų daug atskleidžiantį specialų prietaisą. Jam pasisekė tai padaryti, ir tai suteikė jam pačius veiksmingiausius argumentus, dėl kurių jo teorija tapo paradigma, nors ir tokia, kuri vis dar negalėjo paaiškinti visų žinomų elektrinės stūmos atvejų[8]. Kad teorija būtų pripažinta paradigma, ji turi atrodyti geresnė už kitas, konkuruojančias su ja teorijas,

[7] Roller and Roller, *op. cit.*, p. 51–54.

[8] Keblus atvejis buvo neigiamą krūvį turinčių kūnų tarpusavio stūma, apie tai žr.: Cohen, *op. cit.*, p. 491–494, 531–543.

bet neprivalo paaiškinti ir iš tiesų niekada nepaaiškina visų faktų, su kuriais jai gali tekti susidurti.

Mokslininkų, kurie laikėsi fluidinės elektros teorijos, pogrupiui ši teorija turėjo tokią pačią reikšmę, kokią vėliau visai elektros reiškinius tyrinėjusių mokslininkų grupei turėjo Franklino paradigma. Ji padėjo numatyti, kuriuos eksperimentus verta atlikti, o kuriuos – ne, nes jie susiję su antriniais arba pernelyg sudėtingais elektros reiškiniais. Tik paradigma šį vaidmenį atliko kur kas efektyviau – iš dalies dėl to, kad pasibaigus įvairių mokyklų tarpusavio ginčams liovėsi ir nuolatinės diskusijos dėl pamatinių principų, iš dalies dėl to, kad įsitikinimas, jog einama teisingu keliu, paskatino mokslininkus imtis specialesnių, didesnio tikslumo ir daugiau pastangų reikalaujančių darbų[9]. Kai nebereikėjo skirti dėmesio kiekvienam elektros reiškiniui, susivienijusi elektros tyrinėtojų grupė galėjo kur kas detaliau analizuoti pasirinktus reiškinius, kurti specialius prietaisus šiam uždaviniui atlikti ir panaudoti juos tikslingiau ir sistemingiau negu kada nors anksčiau. Faktų kaupimas ir teorijos formulavimas tapo labai kryptinga veikla. Kartu didėjo elektros tyrimų efektyvumas ir produktyvumas, ir tai patvirtino, kad visuomenei tinka įžvalgus metodologinis Franciso Bacono posakis: „Tiesa veikiau randasi iš klaidos negu iš painiavos"[10].

[9] Reikia pažymėti, kad pripažinus Franklino teoriją diskusijos nesibaigė. 1759 metais Robertas Symmeris pateikė dviejų fluidų teoriją, ir po to daugelį metų elektrą tyrinėjantys mokslininkai nesutarė, ar elektra yra vienas fluidas, ar du. Tačiau ginčai šiuo klausimu tik patvirtina visa, kas buvo pasakyta apie tai, kaip visuotinai pripažinti mokslo pasiekimai suvienija mokslininkus. Nors elektros tyrinėtojai ir toliau nesutarė šiuo klausimu, netrukus jie priėjo išvadą, kad dviejų teorijos variantų neįmanoma atskirti jokiais eksperimentais, vadinasi, jie yra ekvivalentiški. Po to abi mokyklos galėjo naudotis ir naudojosi Franklino teorijos teikiamais privalumais (*ibid.*, p. 543–546, 548–554).

[10] Bacon, *op. cit.*, p. 210.

Šių labai kryptingų arba paradigma grindžiamų tyrimų prigimtį nagrinėsime kitame skyriuje, tačiau pirmiausia turime glaustai aptarti, kaip paradigmos atsiradimas paveikia tam tikrą sritį tyrinėjančios grupės struktūrą. Kai plėtojantis gamtos mokslui atskiras mokslininkas arba jų grupė sukuria pirmąją sintetinę teoriją, galinčią patraukti daugumą kitos kartos tyrinėtojų, ankstesnės mokyklos pamažu išnyksta. Jų išnykimą iš dalies lemia jų narių perėjimas prie naujos paradigmos. Tačiau visada būna žmonių, kurie ištikimai laikosi vienokių ar kitokių senųjų pažiūrų, – jie tiesiog išstumiami iš tos profesijos atstovų tarpo, o jų darbai nuo tol ignoruojami. Nauja paradigma numato ir naują, tikslesnį tyrimų srities apibrėžimą. Nenorintys ar negalintys priderinti savo darbo prie naujosios paradigmos turi toliau dirbti izoliuotai arba prisijungti prie kitos grupės[11]. Istoriškai jie dažniausiai likdavo filosofijos, iš kurios kilo daugelis specialiųjų mokslų, plotmėje. Kaip rodo šie samprotavimai, kartais būtent paradigmą priėmusi grupė, kuri anksčiau tik domėjosi gamtos

[11] Elektros istorijoje esama puikių pavyzdžių, ir antra tiek jų būtų galima pateikti išanalizavus Priestley'o, Kelvino ir kitų veiklą. Pasak Franklino, Nolletas, kuris amžiaus viduryje buvo įtakingiausias elektros reiškinių tyrinėtojas kontinente, „gyveno laikydamas save paskutiniu savo sektos atstovu, išskyrus poną B. – jo geriausią ir artimiausią mokinį" (Max Farrand (ed.), *Benjamin Franklin's Memoirs* (Berkeley, Calif., 1949), p. 384–386). Tačiau dar įdomesnis ištisų mokyklų, vis labiau izoliuojamų nuo profesionalaus mokslo, patvarumas. Imkime, pavyzdžiui, astrologiją, kuri kadaise buvo astronomijos dalis. Arba anksčiau gerbiamos „romantinės" chemijos tradicijos gyvavimą XVIII a. pabaigoje – XIX a. pradžioje. Ši tradicija aptariama: Charles C. Gilespie, „The *Encyclopédie* and the Jacobin Philosophy of Science: A Study in Ideas and Consequences", *Critical Problems in the History of Science*, ed. Marshall Clagett (Madison, Wis., 1959), p. 255–289; „The Formation of Lamarck's Evolutionary Theory", *Archives internationales d'histoire des sciences*, XXXVII (1956), p. 323–338.

tyrinėjimais, tampa profesionalia, o jos domėjimosi objektas – mokslo disciplina. Moksluose (tačiau ne tokiose srityse kaip medicina, technikos mokslai ir teisė, kurių esminis *raison d'être** yra išorinė socialinė reikmė) su pirmuoju vienos paradigmos pripažinimu paprastai būna susijęs specializuotų žurnalų kūrimas, mokslinių draugijų steigimas, specialaus kurso mokymo programose reikalavimas. Bent jau taip buvo per pastaruosius pusantro amžiaus, nuo to laiko, kai pirmą kartą susiformavo institucionalizuotas mokslinės specializacijos modelis, iki šių dienų, kai su specializacija susiję dalykai patys savaime tapo prestižiniai.

Tikslesnis mokslinės grupės apibrėžimas turi ir kitų padarinių. Kai atskiras mokslininkas gali priimti paradigmą be įrodymo, jam nebereikia stengtis iš naujo konstruoti savo darbo sritį pradedant nuo pradinių principų ir pagrįsti kiekvienos naujos sąvokos vartojimą. Tai galima palikti vadovėlių autoriams. Tačiau kai yra vadovėlis, kūrybingas mokslininkas gali pradėti savo tyrimą nuo to, kur jis sustojo, ir sutelkti dėmesį tik į subtiliausius, ezoteriškiausius jo grupę dominančių gamtos reiškinių aspektus. Tokiu atveju pranešimai apie jo tyrinėjimus pradeda įgyti kitokį pobūdį, jų evoliucija pernelyg menkai ištirta, bet jos šiuolaikiniai rezultatai akivaizdūs visiems ir daugelį slegia. Jo tyrinėjimai jau nebebus dėstomi knygose, skirtose visiems besidomintiems tos srities problemomis, kaip Franklino *Elektros ... eksperimentai* ar Darwino *Rūšių atsiradimas*. Jie paprastai bus pateikiami trumpuose straipsniuose, skirtuose tik kolegoms profesionalams, žmonėms, žinantiems priimtąją paradigmą ir įstengiantiems skaityti jiems skirtus straipsnius.

Šiuolaikinių gamtos mokslų knygos yra arba vadovėliai, arba retrospektyvūs vieno ar kito mokslinio gyvenimo aspekto apmąstymai. Knygą rašančio mokslininko profesinė

* Buvimo pagrindas (*pranc.*). – *Vert.*

reputacija veikiau gali sumenkėti, o ne pakilti. Tik ankstyvosiose, ikiparadigminėse įvairių mokslų raidos stadijose knygos santykis su profesiniais pasiekimais paprastai buvo toks pat, kokį ji vis dar išsaugo kitose kūrybinės veiklos srityse. Ir tik tose srityse, kuriose knyga, greta straipsnių ar be jų, tebėra tyrinėtojų bendravimo priemonė, profesionalizacijos ribos yra tokios neryškios, kad mėgėjas gali manyti sekąs mokslo pažangą skaitydamas autentiškus tyrinėtojų pranešimus. Matematikos ir astronomijos tyrinėjimų aprašymai jau antikos laikais tapo nesuprantami tik bendrąjį išsilavinimą turinčiai auditorijai. Dinamikos tyrinėjimai tapo ezoteriniai baigiantis viduramžiams ir vėl pasidarė visiems suprantami trumpą laikotarpį XVII a. pradžioje, kai nauja paradigma pakeitė tą, kuria buvo vadovaujamasi viduramžiais. Elektros tyrinėjimus prireikė supaprastintai aiškinti neprofesionalams XVIII a. pabaigoje, o daugelis kitų fizikos mokslo sričių tapo nebesuprantamos plačiajam skaitytojui XIX amžiuje. Per tuos pačius du šimtmečius panašūs pokyčiai įvyko ir įvairiose biologijos mokslų srityse. Socialiniuose moksluose su jais galima susidurti ir šiandien. Nors tapo įprasta apgailestauti, kad vis gilėja praraja, skirianti profesionalų mokslininką nuo jo kolegų, dirbančių kitose srityse (tokie apgailestavimai, be abejo, yra pagrįsti), pernelyg mažai dėmesio skiriama esminiam šios prarajos ir mokslo pažangos vidinių mechanizmų tarpusavio ryšiui.

Nuo priešistorinės senovės laikų mokslai vienas po kito peržengė ribą tarp to, ką istorikas gali pavadinti tam tikro mokslo, kaip mokslo, priešistore, ir jo tikrosios istorijos. Tie perėjimai į brandžią pakopą retai kada būdavo tokie staigūs ar tokie aiškūs, kaip gali atrodyti iš mano neišvengiamai schemiško dėstymo. Tačiau istoriniu požiūriu jie nebuvo ir laipsniški, taip sakant, trukmės atžvilgiu sutampantys su visa tos mokslo srities, kurioje jie vyko, raida. Autoriai, rašę apie elektrą pirmaisiais keturiais XVIII a. dešimtmečiais, turėjo kur kas daugiau informacijos apie elektros reiškinius negu jų

pirmtakai XVI a. Per pusę amžiaus nuo 1740 m. elektros reiškinių sąrašą papildė tik nedaugelis naujų. Vis dėlto kai kuriais svarbiais aspektais Cavendisho, Coulomb'o ir Voltos darbai apie elektrą, parašyti paskutiniame XVIII a. trečdalyje, atrodo labiau nutolę nuo Gray'aus, Du Fay ir net Franklino darbų, negu tų XVIII a. pradžios elektros atradėjų darbai – nuo XVII a. tyrinėtojų darbų[12]. Laikotarpiu tarp 1740 ir 1780 metų elektros reiškinių tyrinėtojai pirmą kartą įgijo galimybę savo srities pamatinius principus priimti be įrodymų. Nuo to momento jie ėmėsi konkretesnių ir specialesnių problemų ir savo tyrinėjimų rezultatus vis dažniau skelbdavo straipsniuose, skirtuose kitiems elektros reiškinių tyrinėtojams, o ne knygose, skirtose plačiam išsimokslinusių skaitytojui ratui. Kaip grupė jie pasiekė tai, ką astronomai pasiekė antikos laikais, judėjimą tyrę mokslininkai – viduramžiais, fizikinės optikos specialistai – XVII a. pabaigoje, istorinės geologijos – XIX a. pradžioje. Tai yra jie surado paradigmą, kuria galėjo vadovautis visos grupės tyrinėjimai. Išskyrus retrospektyvaus požiūrio teikiamus pranašumus, sunku rasti kitą kriterijų, kuris taip aiškiai patvirtintų, kad tam tikra sritis tapo mokslu.

[12] Elektros tyrinėjimų raida po Franklino susijusi su labai padidėjusiu elektrinio krūvio detektorių jautrumu, patikimų krūvio matavimo metodų atsiradimu ir visuotiniu paplitimu, talpos sąvokos evoliucija ir jos sąsaja su iš naujo patikslinta elektrinės įtampos sąvoka, elektrostatinės jėgos kiekybine išraiška. Apie visa tai žr.: Roller and Roller, *op. cit.*, p. 66–81; W. C. Walker, „The Detection and Estimation of Electric Charges in the Eighteenth Century", *Annals of Science*, I (1936), p. 66–100; Edmund Hoppe, *Geschichte der Elektrizität* (Leipzig, 1884), T. I, Kap. III–IV.

III. NORMALAUS MOKSLO PRIGIMTIS

Taigi kokia yra profesionalesnio ir ezoterinio tyrinėjimo, kuris tampa įmanomas mokslininkų grupei priėmus vieningą paradigmą, prigimtis? Jeigu paradigma yra galutinai atlikto darbo rezultatas, kokias problemas ji palieka išspręsti susivienijusiai grupei? Šie klausimai atrodys dar aktualesni, jeigu nurodysime vieną aspektą, kuriuo iki šiol vartoti terminai gali būti klaidinantys. Pagal nusistovėjusią vartoseną paradigma yra priimtas modelis arba pavyzdys; būtent šis termino „paradigma" reikšmės aspektas leidžia man jį čia vartoti stokojant geresnio žodžio. Tačiau netrukus paaiškės, kad „modelio" ir „pavyzdžio" reikšmė, leidžianti jį čia pritaikyti, nėra tiksliai ta, kuria paprastai apibrėžiama „paradigma". Pavyzdžiui, gramatikoje *amo, amas, amat** yra paradigma, nes ji pateikia pavyzdį, pagal kurį asmenuojami daug kitų lotynų kalbos veiksmažodžių, antai padaromos formos *laudo, laudas, laudat***. Šio standartinio taikymo atveju paradigma funkcionuoja kaip leidimas kopijuoti pavyzdžius, kurių kiekvienas iš esmės gali ją pakeisti. Kita vertus, moksle paradigma retai yra kopijavimo objektas. Vietoj to ji, panašiai kaip teismo priimtas sprendimas, grindžiamas bendrąja teise, yra tolesnio detalizavimo ir konkretizavimo naujomis ar sudėtingesnėmis sąlygomis objektas.

Kad suprastume, kaip tai yra įmanoma, turime suvokti, kokia ribota aprėpties ir tikslumo požiūriu gali būti paradigma atsiradimo momentu. Paradigmos įgyja savo statusą dėl to, kad jos įgalina sėkmingiau spręsti tam tikras problemas, kurias ty-

* Myliu, myli, myli (*lot.*). – *Vert.*

** Giriu, giri, giria (*lot.*). – *Vert.*

rinėtojų grupė pripažįsta aktualiomis, negu konkuruojančios su jomis. Tačiau sėkmingiau spręsti nereiškia visiškai sėkmingai išspręsti vieną problemą arba itin sėkmingai išspręsti daugelį problemų. Paradigmos – ar tai būtų Aristotelio pateikta judėjimo analizė, ar Ptolemajo planetų padėties apskaičiavimai, ar Lavoisier svarstyklių pritaikymas, ar Maxwello elektromagnetinio lauko matematinis aprašymas – sėkmė iš pradžių yra iš esmės atsiverianti sėkmės tam tikrais rinktiniais ir ne visa apimančiais atvejais perspektyva. Normalus mokslas yra šios perspektyvos realizavimas – realizavimas plečiant žinias apie tuos faktus, kuriuos paradigma pateikia kaip itin svarbius pažinimui, siekiant didesnio tų faktų ir paradigma grindžiamų numatymų atitikimo ir toliau plėtojant pačią paradigmą.

Nedaugelis tų, kurie iš tiesų nedirba brandaus mokslo srityje, suvokia, kiek daug tokio tvarkomojo darbo palieka paradigma arba koks patrauklus gali būti toks darbas. O reikėtų šitai suprasti. Būtent tvarkymu užsiima dauguma mokslininkų, iš to susideda jų mokslinė veikla. Tvarkymas sudaro tai, ką aš čia vadinu normaliu mokslu. Įdėmiau įsigilinus – istoriniame kontekste arba šiuolaikinėje laboratorijoje – į tokią veiklą atrodo, tarsi gamtą stengiamasi įsprausti į paradigmos iš anksto suformuotą ir gana standžią dėžutę. Atskleisti naujas reiškinių rūšis anaiptol nėra normalaus mokslo tikslas; iš tiesų tie reiškiniai, kurie netelpa į šią dėžutę, dažnai apskritai išleidžiami iš akių. Normaliai mokslininkai nesiekia išrasti naujų teorijų, ir dažnai jie yra nepakantūs išrastoms kitų[1]. Iš tiesų normalus mokslas savo tyrinėjimus sutelkia į paradigmos pateikiamų reiškinių aiškinimą ir teorijų plėtojimą.

Galbūt tai yra trūkumai. Normalaus mokslo tiriamos sritys, be abejo, yra labai nedidelės, ir visa mūsų dabar aptariama jo veikla yra smarkiai apribota. Tačiau tie apribojimai, kylantys iš pasitikėjimo paradigma, turi esminę reikšmę mokslo raidai. Su-

[1] Bernard Barber, „Resistance by Scientists to Scientific Discovery", *Science*, CXXXIV (1961), p. 596–602.

telkdama dėmesį į nedaugelį palyginti ezoterinių problemų, paradigma priverčia mokslininkus nuodugniai ir giliai ištirti tam tikrą gamtos dalį, – kitokiomis aplinkybėmis tai būtų neįsivaizduojama. Normalus mokslas turi savyje mechanizmą, įgalinantį sušvelninti tuos apribojimus, kurie varžo tyrimą visada, kai paradigma, iš kurios jie kyla, nustoja efektyviai funkcionuoti. Nuo to momento mokslininkai pradeda elgtis kitaip, keičiasi ir jų tiriamų problemų prigimtis. Tačiau tuo metu, kai paradigma funkcionuoja sėkmingai, profesinė bendrija spręs problemas, kurias jos nariai vargu ar galėjo įsivaizduoti ir kurių niekada nebūtų ėmęsi, jei nebūtų saistomi paradigmos. Ir bent jau dalis šių pasiekimų niekada nepraranda savo reikšmės.

Kad aiškiau parodyčiau, kas yra normalus arba paradigma grindžiamas tyrimas, dabar pasistengsiu suklasifikuoti ir iliustruoti problemas, kurias iš esmės apima normalus mokslas. Patogumo dėlei paliksiu nuošalyje teorinę veiklą ir pradėsiu nuo faktų rinkimo, tai yra nuo eksperimentų ir stebėjimų, aprašomų specialiuose žurnaluose, per kuriuos mokslininkai informuoja kolegas apie savo nuolatinių tyrinėjimų rezultatus. Apie kuriuos gamtos aspektus mokslininkai paprastai praneša? Kas lemia jų pasirinkimą? O kadangi dauguma mokslinių stebėjimų reikalauja daug laiko, įrangos ir pinigų, kas skatina mokslininką stengtis visiškai realizuoti šį pasirinkimą?

Mano manymu, yra tik trys normalūs mokslinio faktų tyrinėjimo pagrindiniai aspektai, ir juos ne visada ir ne visur galima atskirti. Pirmiausia, yra klasė faktų, kurie, kaip rodo paradigma, ypač svarbūs daiktų prigimčiai atskleisti. Jie pasitelkiami problemoms spręsti, ir taip paradigma skatina nustatyti juos tiksliau ir daugelyje įvairių situacijų. Galima išvardyti tokius įvairiais laikotarpiais atliktus svarbius faktų patikslinimus: astronomijoje tai buvo žvaigždžių padėties ir dydžio, binarinių žvaigždžių ir planetų užtemimo periodų nustatymas, fizikoje – medžiagų specifinių svorių ir spūdumo, bangų ilgių ir spektrinių intensyvumų, elektrinių laidumų ir kontaktinių potencialų apskaičiavimas, chemijoje – medžiagų sudėties ir

jų komponentų svorių nustatymas, tirpalų virimo taškų ir rūgštingumo, struktūrinių formulių ir optinių aktyvumų nustatymas. Pastangos tikslinti ir plėsti žinias apie tokius faktus sudaro didžiąją dalį moksliniams eksperimentams ir stebėjimams skirtos literatūros. Šiems tikslams nuolat buvo kuriama sudėtinga speciali aparatūra, tokiai aparatūrai išrasti, sukonstruoti ir įrengti reikėjo didžiulio talento, daug laiko ir didelių finansinių išteklių. Sinchotronai ir radioteleskopai yra tik naujausi pavyzdžiai, liudijantys, kaip toli pasistūmėja tyrinėtojai, jeigu paradigma garantuoja, kad faktai, kurių jie ieško, yra svarbūs. Nuo Tycho Brache's iki E. O. Lawrence'o kai kurie mokslininkai įgijo didžiųjų reputaciją ne dėl naujų atradimų, bet dėl metodų, kuriuos jie sukūrė patikslinti jau žinomoms faktų rūšims, tikslumo, patikimumo ir plačios taikymo srities.

Antroji įprasta, bet mažesnė faktų apibrėžimų klasė apima tuos faktus, kurie, nors dažnai iš esmės nėra labai įdomūs, gali būti tiesiogiai lyginami su tuo, ką teigia paradigminė teorija. Kaip pamatysime netrukus, kai nuo eksperimentinių normalaus mokslo problemų pereisiu prie teorinių, nedaug yra tokių sričių, kuriose mokslinė teorija, ypač jeigu ji iš esmės yra pateikta matematine forma, gali būti tiesiogiai lyginama su gamta. Einsteino bendroji reliatyvumo teorija net dabar turi ne daugiau kaip tris tokias sritis[2]. Be to, net tose srityse, ku-

[2] Merkurijaus perihelio precesija yra vienintelis seniai visuotinai pripažintas toks keblus atvejis. Raudonasis poslinkis tolimų žvaigždžių skleidžiamos šviesos spektre gali būti nustatytas remiantis paprastesniais samprotavimais negu bendroji reliatyvumo teorija; tas pats pasakytina ir apie šviesos spindulių išlinkimą netoli Saulės, – šiuo klausimu dabar kyla ginčų. Šiaip ar taip, pastarojo reiškinio matavimų duomenys tebėra abejotini. Visai neseniai buvo nustatytas dar vienas keblumų sudarantis dalykas: Mössbauerio spinduliavimo gravitacinis poslinkis. Galbūt netrukus šioje dabar aktyviai tiriamoje, bet ilgą laiką nejudintoje srityje atsiras ir kitų problemų. Šiuolaikinę glaustą šios problemos apžvalgą žr.: L. I. Schiff, „A Report on the NASA Conference on Experimental Tests of Theories of Relativity", *Physics Today*, XIV (1961), p. 42–48.

riose teoriją galima taikyti, dažnai būtina teorinė ir instrumentinė aproksimacija, smarkiai apribojanti laukiamą atitikimą. Pastangos pagerinti šį atitikimą arba surasti naujas sritis, kuriose būtų galima pademonstruoti visišką atitikimą, reikalauja iš eksperimentatoriaus ir stebėtojo nuolat tobulinti meistriškumą ir įtempti vaizduotę. Specialūs teleskopai pademonstruoti Koperniko numatytam metiniam paralaksui, Atwoodo mašina, išrasta praėjus beveik šimtmečiui po *Principia* pasirodymo ir pirmą kartą aiškiai pademonstravusi Newtono antrąjį dėsnį, Foucault prietaisas, skirtas parodyti, kad šviesos greitis ore didesnis negu vandenyje, gigantiškas scintiliacinis skaitiklis, turėjęs įrodyti neutrino egzistavimą, – visi šie specialūs prietaisai ir daugelis kitų į juos panašių liudija, kokių didžiulių pastangų ir išradingumo reikėjo siekiant vis geriau atskleisti gamtos ir teorijos atitikimą[3]. Šios pastangos pademonstruoti atitikimą yra antrasis normalios eksperimentinės veiklos tipas, ir jis akivaizdžiau priklauso nuo paradigmos negu pirmasis. Egzistuojanti paradigma nurodo spręstiną problemą; dažnai paradigminę teoriją tiesiogiai implikuoja prietaiso, įgalinančio išspręsti problemą, sukūrimas. Pavyzdžiui, be *Principia* Atwoodo mašina atlikti matavimai būtų neturėję jokios reikšmės.

Normalaus mokslo veiklos, susijusios su faktų rinkimu, apibūdinimą, mano nuomone, užbaigia trečioji eksperimen-

[3] Apie du teleskopus nustatyti paralaksams žr.: Abraham Wolf, *A History of Science, Technology, and Philosophy in the Eighteenth Century* (2d ed.; London, 1952), p. 103–105. Apie Atwoodo mašiną žr.: N. R. Hanson, *Patterns of Discovery* (Cambridge, 1958), p. 100–102, 207–208. Apie paskutinius du specialius prietaisus žr.: M. L. Foucault, „Méthode générale pour mesurer la vitesse de la lumière dans l'air et les milièux transparants. Vitesses relatives de la lumière dans l'air et dans l'eau ...", *Comptes rendus ... de l'Académie des sciences*, XXX (1850), p. 551–560; C. L. Cowan, Jr., et al., „Detection of the Free Neutrino: A Confirmation", *Science*, CXXIV (1956), p. 103–104.

tų ir stebėjimų klasė. Ji apima empirinį darbą, atliekamą siekiant plėtoti paradigminę teoriją, pašalinti kai kuriuos likusius neaiškumus ir nuodugniau išspręsti problemas, į kurias ji anksčiau tik atkreipė dėmesį. Ši klasė yra pati svarbiausia, ir ją geriausia analizuoti suskaidžius. Labiau matematizuotuose moksluose tam tikrais eksperimentais, kurių tikslas – plėtoti paradigmą, siekiama nustatyti fizikines konstantas. Pavyzdžiui, Newtono veikale nurodoma, kad dviejų vienetinių masių, atstumas tarp kurių lygus vienetui, tarpusavio traukos jėga bus tokia pati nepriklausomai nuo medžiagos rūšies ir padėties visatoje. Tačiau jo paties keltos problemos galėjo būti išspręstos net neapskaičiavus šios traukos dydžio, universaliosios gravitacijos konstantos, ir niekas visą šimtmetį po *Principia* pasirodymo neišrado prietaiso, kuriuo būtų galima ją nustatyti. XVIII a. paskutiniame dešimtmetyje Cavendisho pateiktas garsusis nustatymo metodas taip pat nebuvo paskutinis. Kadangi gravitacijos konstanta fizikos teorijoje buvo labai svarbi, daugelis žymių eksperimentatorių ne kartą stengėsi patikslinti jos reikšmę[4]. Kiti to paties pobūdžio nepaliaujamo darbo pavyzdžiai yra astronominio vieneto, Avogadro skaičiaus, Joule'io koeficiento, elektrono krūvio nustatymas ir t. t. Nedaugelis iš šių sudėtingų darbų būtų buvę sumanyti ir nė vienas nebūtų buvęs atliktas be paradigminės teorijos, kuri apibrėžė problemą ir garantavo, kad yra tvirtas sprendimas.

Tačiau pastangos plėtoti paradigmą neapsiriboja universaliųjų konstantų nustatymu. Jų tikslas gali būti, pavyzdžiui, atskleisti kiekybinius dėsnius: Boyle'io dėsnis, susiejantis dujų slėgį su jų tūriu, Coulomb'o elektrinės traukos dėsnis ir

[4] J. H. P[oytingas] apžvelgia apie du tuzinus gravitacijos konstantos matavimų, atliktų 1741–1901 metais. Žr.: „Gravitation Constant and Mean Density of the Earth", *Encyclopaedia Britannica* (11th ed.; Cambridge, 1910–1911), XII, p. 385–389.

Joule'io formulė, susiejanti laidininko išskiriamą šilumą su elektrine varža ir srove, – visi jie įeina į šią kategoriją. Galimas daiktas, nėra akivaizdu, kad paradigma yra tokio pobūdžio dėsnių atradimo prielaida. Dažnai girdime, kad jie atskleidžiami analizuojant matavimus, kurių buvo imtasi dėl jų pačių ir be teorinės nuostatos. Tačiau teorija anaiptol nepatvirtina tokio perdėm bekoniško metodo. Boyle'io eksperimentai buvo neįsivaizduojami, kol oras buvo laikomas elastingu fluidu, kuriam galima taikyti visas hidrostatikos sąvokas, o jeigu jie būtų buvę atlikti, būtų kitaip interpretuojami arba niekaip neinterpretuojami[5]. Coulomb'o sėkmę lėmė jo sukurtas specialus prietaisas matuoti jėgai, veikiančiai tarp taškinių krūvių. (Tie, kurie anksčiau matavo elektrines jėgas paprastomis lėkštinėmis svarstyklėmis ir t. t., nerado jokio pastovaus ar net paprasto dėsningumo.) Bet šio prietaiso konstrukciją savo ruožtu lėmė išankstinis pripažinimas, kad kiekviena elektringo fluido dalelė per atstumą veikia kiekvieną kitą dalelę. Coulomb'as ieškojo būtent tokios dalelių sąveikos jėgos – jėgos, kurią tikrai būtų galima laikyti atstumo funkcija[6]. Joule'io eksperimentai taip pat gali pailiustruoti, kaip kiekybiniai dėsniai atsiranda plėtojant paradigmą. Iš tiesų tarp kokybinės paradigmos ir kiekybinio dėsnio yra toks visuotinis ir glaudus ryšys, kad po Galilei'aus tokie dėsniai dažnai remiantis paradigma būdavo teisingai

[5] Apie visų hidrostatikos sąvokų perkėlimą į pneumatiką žr.: *The Physical Treatises of Pascal*, trans. I. H. B. Spiers and A. G. H. Spiers (New York, 1937). Knygoje yra F. Barry'o įžanga ir pastabos. Torricelli'o paralelizmas („Mes gyvename nugrimzdę į oro stichijos vandenyno dugną") pirmą kartą pateikiamas 164 puslapyje. Jo greita sklaida parodyta dviejuose pagrindiniuose traktatuose.

[6] Duane Roller and Duane H. D. Roller, *The Development of the Concept of Electric Charge: Electricity from the Greeks to Coulomb* („Harvard Case Histories in Experimental Science", Case 8; Cambridge, Mass., 1954), p. 66–80.

įspėjami gerokai anksčiau, negu būdavo sukuriami prietaisai jiems eksperimentiškai nustatyti[7].

Pagaliau yra trečioji eksperimentų rūšis, kurios tikslas – plėtoti paradigmą. Ji labiau už kitas panaši į tyrinėjimą ir ypač vyrauja tais periodais ir tuose moksluose, kur daugiau analizuojami kokybiniai, o ne kiekybiniai gamtos dėsningumų aspektai. Dažnai paradigma, išplėtota vienai reiškinių kategorijai, tampa abejotina taikant ją kitai, glaudžiai susijusiai su pirmąja. Tada reikalingi eksperimentai, kad iš alternatyvių paradigmos taikymo būdų būtų galima pasirinkti kelią į naują mokslinių interesų sritį. Pavyzdžiui, kaloriko teorija buvo taikoma kaip paradigma tyrinėjant įšilimą ir aušimą dėl susimaišymo ir būvio kitimo. Tačiau šiluma gali būti atiduodama ar absorbuojama daugeliu kitų būdų – pavyzdžiui, dėl cheminio susijungimo, dėl trinties, dėl dujų suslėgimo ar absorbcijos, ir kiekvienam iš šių reiškinių teorija gali būti taikoma įvairiai. Pavyzdžiui, jeigu vakuumui būtų būdinga šiluminė talpa, įšilimą dėl suslėgimo būtų galima aiškinti kaip dujų susimaišymo su tuštuma rezultatą. Arba tai galėtų priklausyti nuo dujų specifinės šilumos pokyčio keičiantis slėgiui. Buvo ir kitokių aiškinimų. Siekiant nuodugniai ištirti šiuos įvairius galimus būdus ir juos diferencijuoti, buvo atlikta daugybė eksperimentų; visi šie eksperimentai kilo iš kaloriko teorijos kaip paradigmos, ir visi rėmėsi ja ruošdami eksperimentus ir interpretuodami jų rezultatus[8]. Kai tik buvo nustatytas įšilimo dėl suslėgimo reiškinys, visi tolesni eksperimentai šioje srityje priklausė nuo paradigmos. Turint galvoje reiškinį, kaip kitaip eksperimentas galėtų paaiškinti, kodėl jis buvo pasirinktas?

[7] Pavyzdžių galima rasti: T. S. Kuhn, „The Function of Measurement in Modern Physical Science", *Isis*, LII (1961), p. 161–193.

[8] T. S. Kuhn, „The Caloric Theory of Adiabatic Compression", *Isis*, XLIX (1958), p. 132–140.

Dabar apžvelkime normalaus mokslo problemas, kurios labai artimos eksperimentų ir stebėjimų keliamoms problemoms. Dalį, nors tik nedidelę, normalios teorinės veiklos sudaro tiesiog egzistuojančios teorijos taikymas numatyti faktams, kurie yra reikšmingi patys savaime. Astronominių efemeridžių sudarymas, lęšių charakteristikų apskaičiavimas, radijo bangų sklidimo kreivių nustatymas yra tokio pobūdžio problemų pavyzdžiai. Tačiau mokslininkai jų sprendimą paprastai traktuoja kaip nuobodų darbą, kurį galima patikėti inžinieriams ar technikams. Apie jas nedaug rašoma rimtuose moksliniuose žurnaluose. Užtat šiuose žurnaluose skelbiama labai daug teorinių diskusijų apie problemas, kurios nemokslininkui turėtų atrodyti beveik identiškos. Į tokius teorinius samprotavimus leidžiamasi ne dėl to, kad jų rezultatai yra reikšmingi patys savaime, bet dėl to, kad juos galima tiesiogiai sugretinti su eksperimentu. Jų tikslas yra surasti naują paradigmos pritaikymą arba patikslinti jau esamą.

Tokį darbą būtina atlikti dėl to, kad mėginant surasti teorijos ir gamtos sąlyčio taškus susiduriama su didžiuliais sunkumais. Šiuos sunkumus galima glaustai pailiustruoti apžvelgiant dinamikos raidą po Newtono. XVIII a. pradžioje tie mokslininkai, kurie rado paradigmą veikale *Principia*, jo išvadų visuotinumą priėmė be įrodymo, ir jie turėjo pagrindą taip elgtis. Mokslo istorijoje nebuvo kito veikalo, kuris būtų įgalinęs taip išplėsti tyrimų sritį ir kartu taip padidinti jų tikslumą. Tirdamas dangų Newtonas gavo Keplerio planetų judėjimo dėsnius ir paaiškino kai kuriuos pastebėtus Mėnulio nukrypimus nuo jų. Tirdamas Žemę jis patvirtino kai kurių padrikų svyruoklės ir potvynių bei atoslūgių stebėjimų rezultatus. Padaręs keletą papildomų, bet *ad hoc* prielaidų, jis sugebėjo išvesti Boyle'io dėsnį ir svarbią garso greičio ore formulę. Turint galvoje tuometinį mokslo lygį, jo demonstracijų sėkmė buvo nepaprastai įspūdinga. Tačiau turint galvoje tariamą Newtono dėsnių visuotinumą, šių pritaikymų buvo nedaug ir Newtonas nesurado beveik jokių

kitų. Be to, lyginant šiuos dėsnius su tuo, ką šiandien gali pasiekti kiekvienas fizikos doktorantas, tie nedaugelis Newtono pateiktų pritaikymų netgi nebuvo tiksliai suformuluoti. Galiausiai *Principia* buvo skirti spręsti daugiausia dangaus mechanikos problemoms. Buvo visai neaišku, kaip juos taikyti tiriant žemės reiškinius, ypač judėjimą veikiant trinčiai. Kita vertus, žemiškąsias problemas jau buvo mėginta spręsti, ir sėkmingai, visiškai kitokiais metodais, sukurtais Galilei'aus ir Huyghenso, kuriuos XVIII a. Europoje plačiai taikė Bernoulli, d'Alembert'as ir daugelis kitų. Matyt, jų taikytus ir *Principia* metodus būtų galima įrodyti esant specialius bendrų formulių atvejus, tačiau kurį laiką niekas negalėjo įsivaizduoti, kaip tai padaryti[9].

Dabar sutelkime dėmesį į tikslumo problemą. Mes jau pailiustravome jos empirinį aspektą. Norint gauti tikslius duomenis, kurių reikalavo konkretūs Newtono paradigmos taikymai, reikėjo specialios įrangos – Cavendisho prietaiso, Atwoodo mašinos ar patobulintų teleskopų. Su panašiais keblumais susidūrė ir teorija nustatant jos ir gamtos atitikimą. Pavyzdžiui, taikydamas savo dėsnius svyruoklėms, Newtonas buvo priverstas svarelį laikyti taškine mase, kad galėtų tiksliai nustatyti svyruoklės ilgį. Daugelis jo teoremų, išskyrus keletą hipotetinio ir preliminaraus pobūdžio išimčių, neatsižvelgė į oro pasipriešinimo įtaką. Tai buvo pagrįsti fizikiniai supaprastinimai. Vis dėlto kadangi tai buvo supaprastinimai, jie apribojo laukiamą Newtono numatytų rezultatų ir realių

[9] C. Truesdell, „A Program toward Rediscovering the Rational Mechanics of the Age of Reason", *Archive for History of the Exact Sciences*, I (1960), p. 3–36; „Reactions of Late Baroque Mechanics to Success, Conjecture, Error, and Failure in Newton's *Principia*", *Texas Quarterly*, X (1967), p. 281–297. T. L. Hankins, „The Reception of Newton's Second Law of Motion in the Eighteenth Century", *Archives internationales d'histoire des sciences*, XX (1967), p. 42–65.

eksperimentų atitikimą. Dar akivaizdžiau tie patys keblumai iškyla taikant Newtono teoriją dangaus reiškiniams. Paprasti kiekybiniai stebėjimai per teleskopą rodo, kad planetos nevisiškai paklūsta Keplerio dėsniams, ir Newtono teorija numato, kad taip ir turi būti. Kad išvestų šiuos dėsnius, Newtonas buvo priverstas nepaisyti visų gravitacijos reiškinių, išskyrus atskirų planetų ir Saulės tarpusavio trauką. Kadangi planetos taip pat traukia viena kitą, buvo galima tikėtis tik apytikrio taikomos teorijos ir stebėjimų per teleskopą atitikimo[10].

Be abejo, pasiektas atitikimas visiškai patenkino tuos, kurie jį pasiekė. Išskyrus kai kurias Žemės judėjimo problemas, nė viena kita teorija negalėjo pasigirti tokiu tikslumu. Nė vienas iš tų, kurie abejojo Newtono veikalo pagrįstumu, nesirėmė tuo, kad jis nevisiškai atitinka eksperimentus ir stebėjimus. Tačiau dėl riboto atitikimo Newtono sekėjams liko daug įdomių problemų. Pavyzdžiui, reikėjo specialių teorinių metodų paaiškinti daugiau negu dviejų tuo pačiu metu vienas kitą traukiančių kūnų judėjimui ir ištirti sutrikdytų orbitų stabilumui. XVIII a. ir XIX a. pradžioje daugelis geriausių Europos matematikų sprendė šias ir panašias problemas. Euleris, Lagrange'as, Laplace'as ir Gaussas savo žymiausiuose darbuose analizavo problemas, susijusias su Newtono paradigmos ir dangaus reiškinių stebėjimų atitikimo tobulinimu. Daugelis šių mokslininkų kartu plėtojo matematiką stengdamiesi pritaikyti ją toms sritims, apie kurias nei Newtonas, nei to meto Europos mechanikos mokykla nė negalvojo. Pavyzdžiui, jie parašė daugybę darbų ir sukūrė efektyvius matematinius metodus spręsti hidrodinamikos ir stygų virpėjimo problemoms. Šių taikomųjų problemų sprendimas buvo, ko gero, reikšmingiausias ir daugiausia pastangų pareikalavęs XVIII a. mokslinis darbas. Ki-

[10] Wolf, *op. cit.*, p. 75–81, 96–101; William Whewell, *History of the Inductive Sciences* (rev. ed.; London, 1847), II, p. 213–271.

tų pavyzdžių galima rasti analizuojant termodinamikos, šviesos banginės teorijos, elektromagnetinės teorijos ir kitų mokslo šakų, kurių fundamentalūs dėsniai turi išsamią kiekybinę išraišką, raidą poparadigminiu laikotarpiu. Bent jau labiausiai matematizuotuose moksluose svarbiausias teorinis darbas buvo tokio pobūdžio.

Bet ne vien tik tokio pobūdžio. Net matematikos moksluose yra teorinių problemų, susijusių su paradigmos formulavimu; tais periodais, kai mokslo raida yra iš esmės kokybinio pobūdžio, šios problemos dominuoja. Kai kurios iš šių problemų tiek kiekybinio, tiek kokybinio pobūdžio moksluose susijusios su naujų formuluočių, galinčių suteikti didesnį aiškumą, pateikimu. Pavyzdžiui, *Principia* ne visuomet būdavo lengva taikyti iš dalies dėl tam tikro gremėzdiškumo, kuris neišvengiamai visada būdingas pirmajam bandymui, iš dalies dėl to, kad jų teiginių taikymo atžvilgiu daug kas buvo tik numanoma. Šiaip ar taip, daugeliui žemiškųjų problemų daug efektyviau buvo galima taikyti kontinento mokslininkų parengtus aiškiai su jais nesusijusius metodus. Todėl pradedant Euleriu ir Lagrange'u XVIII a. ir baigiant Hamiltonu, Jacobi'u ir Hertzu XIX a. daugelis Europos žymiausių matematinės fizikos atstovų ne kartą mėgino pateikti naujas mechanikos teorijos formuluotes, ekvivalentiškas turinio atžvilgiu, bet priimtinesnes loginiu ir estetiniu požiūriu. Kitaip tariant, tiek aiškiai suformuluotas, tiek numanomas *Principia* ir kontinentinės mechanikos idėjas jie norėjo pateikti logiškai nuoseklesniu pavidalu, kuris būtų labiau unifikuotas ir kartu įgalintų išvengti dviprasmybių taikant jį naujoms nagrinėjamoms mechanikos problemoms[11].

Visuose moksluose paradigmos ne kartą buvo performuluojamos, tačiau dauguma naujų formuluočių esmingiau pa-

[11] René Dugas, *Histoire de la mécanique* (Neuchatel, 1950), liv. IV–V.

keisdavo paradigmą nei minėtieji *Principia* performulavimai. Tokius pokyčius lemia empiriniai tyrimai, anksčiau aprašyti kaip siekiantys plėtoti paradigmą. Iš tiesų tokio pobūdžio darbą traktuoti kaip empirinį būtų savavališka. Labiau nei kokia nors kita normalaus mokslinio tyrinėjimo rūšis paradigmos plėtojimo problemos yra kartu ir teorinės, ir eksperimentinės; anksčiau pateikti pavyzdžiai čia puikiai tinka. Kad galėtų sukonstruoti savo prietaisą ir atlikti juo matavimus, Coulomb'as turėjo pasitelkti elektros teoriją ir išsiaiškinti, kaip tas prietaisas turi būti sukurtas. Jo matavimų rezultatas patobulino šią teoriją. O tie, kurie atliko eksperimentus, turėjusius atskirti įvairias įšilimo dėl suslėgimo teorijas, dažniausiai patys buvo pateikę įvairius lyginamus variantus. Jų darbo objektas buvo ir faktai, ir teorija, ir dirbdami jie pateikė ne tik naują informaciją, bet ir tikslesnę paradigmą, iš kurios buvo pašalintos pirmapradei jos formai, kuria jie rėmėsi, būdingos dviprasmybės. Daugelyje mokslų normalus mokslinis darbas yra tokio pobūdžio.

Šios trys problemų klasės – reikšmingų faktų nustatymas, faktų sugretinimas su teorija ir teorijos plėtojimas, – mano manymu, ir sudaro normalaus mokslo, tiek empirinio, tiek teorinio, sritį. Be abejo, mokslas neapsiriboja tik jomis. Yra ir ekstraordinarinių problemų, ir, ko gero, mokslinė veikla yra ypač vertinga kaip tik dėl to, kad jas išsprendžia. Tačiau ekstraordinarinės problemos neturėtų mums rūpėti. Jos atsiranda tik ypatingais atvejais, kuriuos lemia normalaus mokslinio tyrinėjimo raida. Todėl didžioji dauguma problemų, kurias sprendžia net patys žymiausi mokslininkai, paprastai įeina į vieną iš nurodytųjų trijų kategorijų. Paradigma grindžiama veikla negali vykti kitaip, o paradigmos atsisakymas reikštų jos apibrėžiamos mokslinės veiklos nutraukimą. Netrukus parodysime, kad tokių atsisakymų iš tiesų pasitaiko. Jie yra mokslo revoliucijų atsparos taškas. Tačiau prieš pradėdami analizuoti tokias revoliucijas turime susidaryti platesnį joms kelią atveriančio normalaus mokslinio tyrinėjimo vaizdą.

IV. NORMALUS MOKSLAS KAIP GALVOSŪKIŲ SPRENDIMAS

Ko gero, pats nuostabiausias normalaus mokslo problemų bruožas, su kuriuo ką tik susidūrėme, yra tai, kad jos menkai orientuotos į didelius atradimus – tiek konceptualinius, tiek susijusius su reiškiniais. Kartais, kaip bangų ilgio matavimo atveju, viskas iš anksto žinoma, išskyrus subtiliausias rezultato detales, ir lūkesčių skalė yra tik šiek tiek platesnė. Coulomb'o matavimai tikriausiai ir neturėjo atitikti atvirkštinių kvadratų dėsnio; tyrusieji įšilimą dėl suslėgimo dažnai būdavo pasirengę gauti vieną iš kelių rezultatų. Tačiau net ir tokiais atvejais laukiamų, taigi ir priimtinų, rezultatų skalė visuomet yra nedidelė, palyginti su ta, kurią gali aprėpti vaizduotė. Ir jeigu mokslinio tyrimo rezultatai nepatenka į šią siauresnę skalę, tai paprastai laikoma tyrimo nesėkme, atskleidžiančia ne situaciją gamtoje, bet mokslininko klaidą.

Pavyzdžiui, XVIII a. mažai dėmesio buvo skiriama eksperimentams, matavusiems elektrinę trauką tokiais prietaisais kaip lėkštinės svarstyklės. Kadangi jie neduodavo nei pastovių, nei paprastų rezultatų, jų nebuvo galima panaudoti plėtoti paradigmai, iš kurios jie kilo. Todėl jie liko *tiesiog* faktai, kurie nebuvo ir negalėjo būti susieti su nepaliaujama elektros tyrimų pažanga. Tik retrospektyviai, turėdami tobulesnę paradigmą, mes galime suprasti, kokias elektros reiškinių savybes jie atskleidžia. Žinoma, Coulomb'as ir jo amžininkai taip pat rėmėsi šia vėlesne paradigma arba tokia, kuri, taikoma traukos problemai, skatino tikėtis to paties. Štai kodėl Coulomb'ui pavyko sukonstruoti prietaisą, kuris davė rezultatą, įgalinusį plėtoti paradigmą. Bet kaip tik dėl to toks rezultatas nieko nenustebino ir kai kurie Cou-

lomb'o amžininkai iš anksto jį numatė. Net tie moksliniai projektai, kurių tikslas yra plėtoti paradigmą, nesiekia *netikėtų* naujovių.

Tačiau jeigu normalus mokslas nesiekia didelių esminių naujovių, jeigu nesėkmingos pastangos priartėti prie laukiamų rezultatų paprastai laikomos mokslininko nesėkme, kodėl apskritai imamasi šių problemų? Į šį klausimą iš dalies jau atsakėme. Normalaus mokslinio tyrimo rezultatai mokslininkui svarbūs jau vien dėl to, kad jie išplečia paradigmos taikymo sritį ir padidina tikslumą. Tačiau toks atsakymas negali paaiškinti mokslininkų entuziazmo ir atsidavimo normalaus mokslo problemoms. Niekas neskiria daugelio metų, tarkim, patobulinti spektrometrui ar tiksliau išspręsti stygų virpėjimo problemai tik dėl to, kad taip galima įgyti svarbios informacijos. Duomenys, gaunami apskaičiavus efemerides arba tęsiant matavimus esamais prietaisais, dažnai yra tokie pat svarbūs, tačiau mokslininkai paprastai su panieka atsisako tokios veiklos, nes ji iš esmės susijusi su jau anksčiau atliktų procedūrų kartojimu. Šis atsisakymas atskleidžia normalaus mokslo problemų patrauklumo paslaptį. Nors jų rezultatus galima numatyti, ir dažnai taip tiksliai, kad tai, kas dar lieka nežinoma, nebėra įdomu, pats šių rezultatų gavimo būdas lieka labai abejotinas. Normalaus mokslo problemos išsprendimas – tai numatytų rezultatų gavimas nauju būdu, o tai reikalauja išspręsti įvairiausius instrumentinius, konceptualinius ir matematinius galvosūkius. Tas, kuriam tai pasiseka, įrodo esąs galvosūkių sprendimo specialistas, ir būtent noras juos įveikti yra svarbus jo veiklos stimulas.

Terminai „galvosūkis" ir „galvosūkių sprendėjas" išryškina kai kuriuos klausimus, kurie vyraus tolesniuose puslapiuose. Galvosūkiai įprasta prasme, kuri čia turima galvoje, yra specialių problemų, kurias sprendžiant patikrinamas tyrinėtojo talentas ir meistriškumas, kategorija. Šį terminą gali pailiustruoti tokie žodžiai, kaip „dėlionė" ir „kryžiažodis" –

šie galvosūkiai turi bendrų bruožų su normalaus mokslo problemomis, kuriuos dabar turime išskirti. Vieną iš jų ką tik minėjome. Tai, kad galvosūkio sprendimas pats savaime yra įdomus ar svarbus, nėra jo gerumo kriterijus. Priešingai, tikrai aktualios problemos, pavyzdžiui, surasti vaistus nuo vėžio ar sukurti tvirtą taiką, dažnai apskritai nėra galvosūkiai, daugiausia dėl to, kad jų neįmanoma išspręsti. Imkime dėlionę, kurios dalys paimtos atsitiktinai iš dviejų skirtingų galvosūkių dėžučių. Nors ši problema gali būti (bet nebūtinai) neįveikiama net patiems išradingiausiems, jos negalima laikyti sugebėjimo spręsti galvosūkius kriterijumi. Tai apskritai nėra galvosūkis įprasta prasme. Skirtingai nei savaiminis vertingumas, garantuotas sprendimo egzistavimas yra galvosūkio kriterijus.

Tačiau mes jau matėme, kad vienas iš tų dalykų, kuriuos mokslinei bendruomenei suteikia paradigma, yra problemų, kurios gali būti laikomos išsprendžiamomis, kol ši paradigma priimama be įrodymo, atrankos kriterijus. Iš esmės tik tas problemas bendruomenė pripažįsta mokslinėmis arba skatina savo narius jų imtis. Kitos problemos, tarp jų ir daugelis tų, kurios anksčiau buvo laikomos standartinėmis, atmetamos kaip metafizinės, kaip kitų disciplinų objektas arba kartais kaip pernelyg problemiškos, kad vertėtų prie jų gaišti laiką. Šiuo atveju paradigma gali net izoliuoti bendruomenę nuo tų socialiniu požiūriu svarbių problemų, kurių negalima traktuoti kaip galvosūkių, nes jų negalima suformuluoti paradigmos teikiamo konceptualinio ir instrumentinio aparato terminais. Tokios problemos gali atitraukti dėmesį – tai puikiai iliustruoja įvairūs XVII a. bekoniškojo požiūrio aspektai ir kai kurie šiuolaikiniai socialiniai mokslai. Viena iš priežasčių, kodėl normalaus mokslo pažanga atrodo tokia sparti, yra tai, kad mokslininkai sutelkia dėmesį į problemas, kurias išspręsti jiems gali sukliudyti tik išradingumo stoka.

Tačiau jeigu normalaus mokslo problemos šia prasme yra galvosūkiai, nebereikia toliau aiškinti, kodėl mokslininkai

imasi jų su tokia aistra ir atsidavimu. Mokslas gali traukti žmogų dėl įvairių priežasčių. Tarp jų galima paminėti troškimą būti naudingam, naujos srities žvalgymo keliamą jaudulį, viltį surasti dėsningumą, siekimą patikrinti įsigalėjusias žinias. Šie ir kiti motyvai taip pat padeda mokslininkui apibrėžti atskiras problemas, kurių jis imsis vėliau. Be to, nors rezultatas kartais nuvilia, šių motyvų pakanka, kad mokslas iš pradžių patrauktų žmogų, o paskui jį ir paviliotų[1]. Mokslinė veikla kaip visuma kartkartėmis iš tiesų įrodo esanti naudinga, atveria naujas sritis, atskleidžia dėsningumus ir patikrina įsigalėjusias pažiūras. Vis dėlto normalaus mokslo problemą sprendžiantis *individas beveik niekada nedaro nė vieno iš šių dalykų*. Tada jo motyvacija yra visai kitokio pobūdžio. Jį skatina įsitikinimas, kad jeigu tik jis yra pakankamai sumanus, jam pavyks išspręsti galvosūkį, kurio iki jo niekas nesprendė arba neišsprendė taip sėkmingai. Daugelis didžiausių mokslo protų visą profesinį dėmesį skyrė tokiems kebliems galvosūkiams. Daugeliu atvejų nė viena atskira specializacijos sritis nepasiūlo nieko kito, tačiau dėl to tikriems entuziastams galvosūkiai nė kiek nenustoja patrauklumo.

Dabar aptarkime kitą, sudėtingesnį ir įdomesnį galvosūkių ir normalaus mokslo problemų paralelizmo aspektą. Jeigu problema klasifikuojama kaip galvosūkis, ją turi charakterizuoti ne tik garantuotas sprendimas. Turi būti ir taisyklės, apribojančios tiek priimtinų sprendimų prigimtį, tiek žingsnius, kuriais prieinami šie sprendimai. Pavyzdžiui, sprendžiant dėlionės tipo galvosūkį nepakanka „sudėti paveikslėlį". Vaikas ar šiuolaikinis dailininkas galėtų padaryti tai, ant kokio nors neutralaus pagrindo sudėdamas išbarstytas laisvai pasirinktas dalis kaip

[1] Tačiau kartais konflikto tarp asmenybės vaidmens ir visuotinio mokslo raidos modelio sukeltas nusivylimas gali būti labai stiprus. Apie tai žr.: Lawrence S. Kubie, „Some Unsolved Problems of the Scientific Career", *American Scientist*, XLI (1953), p. 596–613; XLII (1954), p. 104–112.

abstrakčias formas. Taip sukurtas paveikslėlis gali būti kur kas geresnis ir, žinoma, originalesnis už tą, iš kurio buvo sudarytas galvosūkis. Vis dėlto tokio paveikslėlio negalima laikyti galvosūkio sprendimu. Sprendimas bus rastas tada, kai bus panaudotos visos dalys, sudėtos nespalvota puse į apačią, sujungtos pagal dalių formą ir nebus likę jokių skylių. Tokios yra dėlionės tipo galvosūkių sprendimo taisyklės. Nesunku atskleisti panašius apribojimus, taikomus leistiniems kryžiažodžių, mįslių, šachmatų uždavinių ir t. t. sprendimams.

Jeigu gerokai išplėsime termino „taisyklė" prasmę, – kartais jis ekvivalentiškas terminams „įsigalėjęs požiūris" ar „prielaida", – tada problemos, susijusios su tam tikra mokslinio tyrinėjimo tradicija, yra labai panašios į galvosūkio ypatybes. Mokslininkas, kuriantis instrumentą nustatyti optinių bangų ilgiams, negali pasitenkinti tokiu prietaisu, kuris tik tam tikroms spektro linijoms priskiria tam tikrus skaičius. Jis ne tik tiria ar matuoja. Priešingai, analizuodamas savo aparatą pripažintos optikos teorijos požiūriu, jis turi parodyti, kad skaičiai, kuriuos pateikia jo prietaisas, įeina į šią teoriją kaip bangų ilgiai. Jeigu teorijoje likę neaiškumai ar koks nors neištirtas jo prietaiso komponentas sukliudo jam užbaigti demonstraciją, jo kolegos lengvai gali padaryti išvadą, kad jis apskritai nieko neišmatavo. Pavyzdžiui, kai pirmą kartą buvo pastebėti ir užfiksuoti elektronų sklaidos maksimumai, kurie, kaip vėliau buvo pripažinta, rodo elektrono bangos ilgį, jie neturėjo aiškios reikšmės. Kad jie taptų ko nors matu, juos reikėjo susieti su teorija, numačiusia, jog medžiaga judėdama elgiasi kaip bangos. Ir net tada, kai šis ryšys buvo nustatytas, prietaisą reikėjo sukonstruoti iš naujo taip, kad eksperimento rezultatus nedviprasmiškai būtų galima suderinti su teorija[2]. Kol nebuvo įvykdytos šios sąlygos, nė viena problema nebuvo išspręsta.

[2] Trumpa šių eksperimentų apžvalga pateikiama C. J. Davissono paskaitoje. Žr.: *Les prix Nobel en 1937* (Stockholm, 1938), p. 4.

Panašaus pobūdžio apribojimai priimtinus sprendimus susiejo su teorinėmis problemomis. Visą XVIII a. mokslininkai, norėję išvesti stebimą Mėnulio judėjimą iš Newtono judėjimo ir gravitacijos dėsnių, nuolat patirdavo nesėkmę. Galų gale kai kurie iš jų pasiūlė atvirkštinių kvadratų dėsnį pakeisti kitu dėsniu, nukrypstančiu nuo pastarojo mažų atstumų atveju. Tačiau tam būtų reikėję pakeisti paradigmą, apibrėžti naują galvosūkį ir nebespręsti senojo. Šiuo atveju mokslininkai išsaugojo taisykles, kol 1750 metais vienas iš jų atrado, kaip jas galima sėkmingai taikyti[3]. Alternatyvą galėjo pateikti tik žaidimo taisyklių pakeitimas.

Analizuojant normalaus mokslo tradicijas atsiskleidžia daug papildomų taisyklių, o jos suteikia daug informacijos apie tuos reikalavimus, kuriuos mokslininkams kelia paradigma. Ką galime pasakyti apie pagrindines šių taisyklių kategorijas[4]? Akivaizdžiausias ir, ko gero, labiausiai įpareigojančias taisykles iliustruoja mūsų ką tik nurodytos apibendrinimų rūšys. Tai eksplicitiniai teiginiai apie mokslo dėsnį ir apie mokslines sąvokas bei teorijas. Kol į tokius teiginius atsižvelgiama, jie padeda pateikti galvosūkius ir apriboti priimtinus sprendimus. Pavyzdžiui, Newtono dėsniai atliko šias funkcijas XVIII ir XIX a. Kol taip buvo, medžiagos kiekis mokslininkams fizikams buvo fundamentali ontologinė kategorija, o tarp medžiagos dalelių veikiančios jėgos buvo svarbiausias tyrinėjimų objektas[5]. Chemijoje tokią pačią galią ilgą laiką turėjo pastovių ir apibrėžtų santykių dėsniai – jie įgalino

[3] W. Whewell, *History of the Inductive Sciences* (rev. ed.; London, 1847), II, p. 101–105, 220–222.

[4] Kelti šį klausimą mane paskatino W. O. Hagstromas, kurio darbas mokslo sociologijos srityje kartais turi sąsajų su manuoju.

[5] Apie šiuos Newtono teorijos aspektus žr.: I. B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof* (Philadelphia, 1956), chap. VII, p. 255–257, 275–277.

iškelti atominių svorių problemą, apriboti priimtinus cheminės analizės rezultatus ir padėjo chemikams išsiaiškinti, kas yra atomai ir molekulės, junginiai ir mišiniai[6]. Maxwello lygtys ir statistinės termodinamikos dėsniai šiandien turi tą pačią reikšmę ir atlieka tą pačią funkciją.

Tačiau tokios taisyklės nėra vienintelės ar net įdomiausios iš tų, kurias atskleidžia istorijos studijos. Žemesniame ar konkretesniame lygmenyje nei dėsniai ir teorijos yra, pavyzdžiui, daugybė nuostatų, kokius instrumentarijaus tipus derėtų pasirinkti ir kokiais būdais pagrįstai gali būti naudojami pripažinti instrumentai. Požiūrio į ugnies vaidmenį cheminėje analizėje pasikeitimas turėjo lemiamą reikšmę XVII a. chemijos raidai[7]. XIX a. Helmholtzas susidūrė su stipriu fiziologų pasipriešinimu idėjai, kad jų sritį gali nušviesti fizikiniai eksperimentai[8]. Tame pačiame amžiuje įdomi cheminės chromatografijos istorija dar kartą pailiustruoja, kokios patvarios yra instrumentinės nuostatos, kurios, kaip ir dėsniai bei teorija, pateikia mokslininkams žaidimo taisykles[9]. Analizuodami rentgeno spindulių atradimą įžvelgsime pagrindą atsirasti panašioms nuostatoms.

Ne tokios lokalios ir laikinos, bet vis dėlto kintamos mokslo ypatybės yra aukštesnio lygmens, kvazimetafizinės nuostatos, kurios visuomet aptinkamos tiriant mokslo istoriją. Pavyzdžiui, maždaug po 1630 metų ir ypač po nepaprastai didelę įtaką turėjusių Descartes'o veikalų pasirodymo dauguma mokslininkų fizikų darė prielaidą, kad

[6] Šis pavyzdys išsamiai aptariamas X skyriaus pabaigoje.

[7] H. Metzger, *Les doctrines chimiques en France du début du XVII^e siècle à la fin du XVIII^e siècle* (Paris, 1923), p. 359–361 ; Marie Boas, *Robert Boyle and Seventeenth-Century Chemistry* (Cambridge, 1958), p. 112–115.

[8] Leo Königsberger, *Hermann von Helmholtz*, trans. Francis A. Welby (Oxford, 1906), p. 65–66.

[9] James E. Meinhard, „Chromatography: A Perspective", *Science*, CX (1949), p. 387–392.

visata susideda iš mikroskopinių dalelių ir kad visus gamtos reiškinius galima paaiškinti dalelių formos, dydžio, judėjimo ir sąveikos terminais. Šis nuostatų visetas pasirodė esąs ir metafizinis, ir metodologinis. Kaip metafizinis, jis nurodė mokslininkams, kokie esiniai iš tiesų egzistuoja visatoje ir kokie – ne: egzistuoja tik formą turinti ir judanti materija. Kaip metodologinis, jis nurodė jiems, kokie turi būti galutiniai dėsniai ir fundamentalūs paaiškinimai: dėsniai turi apibrėžti dalelių judėjimą ir sąveiką, o paaiškinimai kiekvieną gamtos reiškinį turi redukuoti į šiems dėsniams paklūstančius dalelių veiksmus. Dar svarbiau tai, kad korpuskulinė visatos samprata nurodė mokslininkams daugelį problemų, kurias jie turėjo ištirti. Pavyzdžiui, chemikas, pripažinęs, kaip ir Boyle'is, naująją filosofiją, ypač daug dėmesio skyrė reakcijoms, kurias buvo galima laikyti virsmais. Jos aiškiau už kitas parodė dalelių persiskirstymo procesą, kuris turi sudaryti visų cheminių virsmų pagrindą[10]. Panašią korpuskulinės teorijos įtaką galima pastebėti analizuojant mechaniką, optiką ir šilumą.

Pagaliau dar aukštesniame lygmenyje yra kita nuostatų, be kurių negalima būti mokslininku, sistema. Pavyzdžiui, mokslininkas turi siekti suprasti pasaulį, tiksliau ir plačiau pažinti jo tvarką. Ši nuostata savo ruožtu turi skatinti jį tiek patį, tiek kartu su kolegomis tirti kai kuriuos gamtos aspektus atsižvelgiant į daugelį empirinių detalių. O jeigu šis tyrimas išryškina aiškius nukrypimo nuo tvarkos momentus, tai jam turi būti stimulas dar tobulinti stebėjimo prietaisus ar toliau plėtoti savo teoriją. Be abejo, yra

[10] Apie korpuskulinę teoriją apskritai žr.: Marie Boas, "The Establishment of the Mechanical Philosophy", *Osiris*, X (1952), p. 412–541. Apie jos įtaką Boyle'io chemijai žr.: T. S. Kuhn, „Robert Boyle and Structural Chemistry in the Seventeenth Century", *Isis*, XLIII (1952), p. 12–36.

ir kitų panašių taisyklių, kurių visais laikais laikosi mokslininkai.

Tokios griežtos nuostatų – konceptualinių, teorinių, instrumentinių ir metodologinių – sistemos egzistavimas duoda pagrindą metaforai, susiejančiai normalų mokslą su galvosūkių sprendimu. Kadangi ji pateikia taisykles, nurodančias tyrinėtojui, dirbančiam brandaus mokslo srityje, kas yra pasaulis ir mokslas, jis gali ramiai sutelkti dėmesį į ezoterines problemas, kurias jam apibrėžia šios taisyklės ir egzistuojantis pažinimas. Tuomet jam asmeniškai rūpi, kaip išspręsti likusį galvosūkį. Šiais ir kitais atžvilgiais galvosūkių ir taisyklių aptarimas nušviečia normalios mokslinės praktikos prigimtį. Tačiau, kita vertus, toks nušvietimas gali ir gerokai suklaidinti. Nors neabejotinai yra taisyklių, kurių tam tikru metu laikosi visi kurios nors srities mokslininkai, šios taisyklės pačios savaime negali aprėpti visko, kas bendra šių specialistų veiklai. Normalus mokslas yra griežtai determinuota veikla, bet ją nebūtinai turi visiškai determinuoti taisyklės. Štai kodėl šios apybraižos pradžioje kaip normalaus mokslo tradicijų darnumo šaltinį aš pateikiau visuotinai pripažintas paradigmas, o ne visuotinai pripažintas taisykles, prielaidas ir požiūrius. Mano nuomone, taisyklės kyla iš paradigmų, bet paradigmos gali vadovauti tyrimui net ir tada, kai taisyklių nėra.

V. PARADIGMŲ PRIORITETAS

Kad atskleistume taisyklių, paradigmų ir normalaus mokslo tarpusavio ryšį, pirmiausia aptarkime, kaip mokslo istorikas išskiria tam tikrus nuostatų visetus, kuriuos ką tik apibūdinome kaip pripažintas taisykles. Nuodugniai tiriant istoriniu požiūriu tam tikrą mokslo sritį tam tikru metu, išryškėja kai kurios pasikartojančios ir beveik tipiškos įvairių teorijų konceptualinio, tiriamojo ir instrumentinio taikymo iliustracijos. Tai yra mokslinės bendruomenės paradigmos, atskleistos vadovėliuose, paskaitose ir laboratoriniuose darbuose. Jas analizuodami ir praktiškai taikydami, šios bendruomenės nariai išmoksta savo profesijos. Be abejo, istorikas atras ir gana neaiškių sričių, kurių pasiekimų statusas tebėra abejotinas, tačiau problemų esmė ir jų sprendimo metodai paprastai yra aiškūs. Nepaisant kartais pasitaikančių neaiškumų, brandžios mokslinės bendruomenės paradigmos nustatomos palyginti lengvai.

Tačiau pripažintų paradigmų nustatymas dar nėra pripažintų taisyklių nustatymas. Tam reikalingas antrasis žingsnis, kuris yra kiek kitokio pobūdžio. Žengdamas jį mokslo istorikas turi palyginti bendruomenės paradigmas vieną su kita ir su pranešimais apie jos atliekamus tyrinėjimus. Jo tikslas yra atskleisti, kokius akivaizdžius ar numanomus atskirus elementus šios bendruomenės nariai gali *abstrahuoti* nuo savo globalinių paradigmų ir panaudoti kaip taisykles tiriamajame darbe. Kas mėgina aprašyti ar analizuoti tam tikros mokslinės tradicijos evoliuciją, būtinai ieškos tokio pobūdžio pripažintų principų ir taisyklių. Kaip parodyta ankstesniame skyriuje, beveik neabejotina, kad jam bent iš dalies pasiseks. Tačiau jeigu jo patyrimas toks kaip manasis, taisyklių paieška jam atrodys sun-

kesnė ir teikianti mažiau pasitenkinimo negu paradigmų ieškojimas. Kai kurie apibendrinimai, kuriuos jis pasitelks apibūdindamas bendruomenės pripažįstamas pažiūras, nesudarys problemų. Tačiau kiti, taip pat ir kai kurie iš tų, kurie anksčiau buvo pateikti kaip iliustracijos, atrodys šiek tiek per stiprūs. Ar jie būtų suformuluoti būtent taip, ar kaip nors kitaip, kaip tik mokslo istorikas gali įsivaizduoti, beveik neabejotina, kad kai kurie jo analizuojamos grupės nariai juos atmestų. Vis dėlto jeigu mokslinio tyrinėjimo tradicijos darnumas turi būti siejamas su taisyklėmis, reikia surasti bendrą jų pagrindą atitinkamoje srityje. Taigi taisyklių, galinčių sudaryti tam tikro normalaus mokslinio tyrinėjimo tradiciją, pagrindo paieškos tampa nuolatinio gilaus nepasitenkinimo šaltiniu.

Tačiau šio nusivylimo pripažinimas suteikia galimybę nustatyti jo šaltinį. Mokslininkai gali sutikti, kad Newtonas, Lavoisier, Maxwellas ar Einsteinas pateikė daugiau ar mažiau galutinius tam tikrų labai svarbių problemų sprendimus, bet drauge nesutikti, kartais patys to nesuvokdami, su atskiromis abstrakčiomis charakteristikomis, dėl kurių šie sprendimai nepraranda savo reikšmės. Kitaip tariant, jie gali sutikti su paradigmos *identifikacija*, nesutikdami su išsamia jos *interpretacija* ar *racionalizacija* arba net nemėgindami jos pateikti. Standartinės interpretacijos ar visuotinai priimto redukavimo į taisykles stoka nekliudo moksliniams tyrinėjimams vadovautis paradigma. Normalų mokslą iš dalies gali determinuoti tiesioginė paradigmų analizė – šiame procese dažnai talkina taisyklių ir prielaidų formuluotės, tačiau jis nepriklauso nuo jų. Iš tiesų paradigmos egzistavimas nebūtinai suponuoja pilno taisyklių viseto egzistavimą[1].

[1] Michaelas Polanyi puikiai išplėtojo labai panašią temą įrodinėdamas, kad mokslininko sėkmė didele dalimi priklauso nuo „nebylaus žinojimo", t. y. žinojimo, kurį suteikia praktika ir kuris negali būti aiškiai suformuluotas. Žr.: M. Polanyi, *Personal Knowledge* (Chicago, 1958), ypač sk. V ir VI.

Pirmoji šių teiginių pasekmė neišvengiamai yra problemų kėlimas. Kas laiko mokslininką tam tikros normalaus mokslo tradicijos rėmuose, kai nėra tvirto taisyklių pagrindo? Ką gali reikšti frazė „tiesioginė paradigmų analizė"? Į panašius klausimus iš dalies atsakė Ludwigas Wittgensteinas savo vėlyvuosiuose darbuose, tačiau visiškai kitame kontekste. Kadangi tas kontekstas paprastesnis ir geriau žinomas, bus pravartu pirmiausia aptarti jo argumentaciją. Wittgensteinas klausė, ką mes turime žinoti, kad išvengtume dviprasmybių ir ginčų vartodami tokius žodžius, kaip „kėdė", „lapas" ar „žaidimas"[2].

Šis klausimas labai senas, paprastai į jį atsakoma, kad sąmoningai arba intuityviai turime žinoti, kas *yra* kėdė, lapas arba žaidimas. Tai yra turime suvokti tam tikrą visiems žaidimams ir tik žaidimams bendrų požymių visetą. Tačiau Wittgensteinas priėjo išvadą, kad jeigu yra nustatyta kalbos vartosena ir pasaulio, kuriai ją taikome, sritis, toks ypatybių visetas nėra būtinas. Nors *kai kurių* požymių, būdingų *daugeliui* žaidimų, kėdžių ar lapų, aptarimas dažnai padeda mums išmokti vartoti atitinkamą terminą, nėra tokio ypatybių viseto, kurį būtų galima taikyti visiems klasės elementams ir tik jiems. Susidūrę su anksčiau nežinoma veikla, mes taikome jai terminą „žaidimas" dėl to, kad tai, ką matome, yra labai „giminiška" daugeliui veiksmų, kuriuos anksčiau išmokome vadinti šiuo pavadinimu. Trumpai tariant, Wittgensteino požiūriu, žaidimai, kėdės ir lapai yra natūralios šeimos, kurių kiekviena sudaroma remiantis iš dalies sutampančių ir susikryžiuojančių panašumų tinkleliu. Tokio tinklelio egzistavimas įtikinamai paaiškina, kodėl mes sėkmin-

[2] Ludwig Wittgenstein, *Philosophical Investigations*, trans. G. E. M. Anscombe (New York, 1953), p. 31–36. Tačiau Wittgensteinas beveik nekalba apie pasaulį, kuris turi sudaryti jo aprašomos įvardijimo procedūros pagrindą. Todėl toliau dėstomą požiūrį jam galima priskirti tik iš dalies.

gai identifikuojame atitinkamą objektą ar veiklą. Tik tuo atveju, jeigu mūsų įvardytos šeimos iš dalies sutaptų ir palaipsniui pereitų viena į kitą, – t. y. tik tada, jeigu nebūtų *natūralių* šeimų, – sėkmingas identifikavimas ir įvardijimas akivaizdžiai liudytų egzistuojant bendrų ypatybių, atitinkančių kiekvieną iš mūsų vartojamų klasės pavadinimų, visetą.

Kažkas panašaus galioja ir įvairioms mokslinių tyrinėjimų problemoms ir metodams, susijusiems su atskira mokslinio tyrinėjimo tradicija. Jiems bendra ne tai, kad jie atitinka tam tikrą eksplicitinį ar net visiškai atskleistą taisyklių ir prielaidų visetą, lemiantį tradicijos pobūdį ir jos įsitvirtinimą moksliniame mąstyme, bet tai, kad remiantis panašumu ar modeliuojant juos galima priskirti vienai ar kitai mokslinio pažinimo daliai, kurią tam tikra mokslinė bendruomenė pripažįsta vienu iš neginčijamų pasiekimų. Mokslininkai savo darbe remiasi modeliais, kuriuos perima mokydamiesi, o vėliau iš literatūros, dažnai nežinodami ar nejausdami poreikio žinoti, kokios ypatybės suteikė šiems modeliams bendruomenės paradigmų statusą. Todėl jiems nereikalingas joks pilnas taisyklių visetas. Mokslinio tyrinėjimo tradicijos, kurios jie laikosi, darnumas gali net nenumatyti pamatinių taisyklių ir prielaidų sistemos egzistavimo; ją gali atskleisti tik papildoma istorinė ir filosofinė analizė. Tai, kad mokslininkai paprastai neklausia ir nesvarsto, kas tam tikrai problemai ar sprendimui suteikia pagrįstumą, perša mums mintį, kad jie bent jau intuityviai žino atsakymą. Tačiau tai gali tik liudyti, kad nei klausimas, nei atsakymas nėra tiesiogiai susiję su jų tiriamąja veikla. Paradigmos gali būti pirmesnės už bet kokį tyrinėjimo taisyklių visetą, kurį galima vienareikšmiškai iš jų išvesti, labiau saistančios ir išsamesnės.

Iki šiol šis požiūris buvo grynai teorinis: paradigmos *gali* apibrėžti normalų mokslą nesant atskleistų taisyklių. Dabar pamėginsiu geriau paaiškinti šį požiūrį ir parodyti jo aktualumą nurodydamas kai kurias priežastis, leidžiančias manyti, kad paradigmos iš tiesų taip funkcionuoja. Pirmoji, jau gana

išsamiai aptarta priežastis yra ta, kad labai sunku atskleisti taisykles, kuriomis vadovaujasi atskiros normalaus mokslo tradicijos. Šie sunkumai labai panašūs į tuos, su kuriais susiduria filosofas, stengdamasis nusakyti, kas bendra visiems žaidimams. Antroji priežastis (pirmoji iš tiesų yra jos pasekmė) glūdi išsimokslinimo prigimtyje. Jau turi būti aišku, kad mokslininkas sąvokų, dėsnių ir teorijų niekada nesimoko abstrakčiai, pačių savaime. Šie intelektualiniai instrumentai nuo pat pradžių sudaro istoriškai ir mokymo procese susiklosčiusią vienovę ir atsiskleidžia juos taikant. Nauja teorija visuomet paskelbiama kartu nurodant, kaip ji gali būti taikoma kuriai nors konkrečiai gamtos reiškinių grupei; priešingu atveju ji negalėtų net pretenduoti į pripažinimą. Pripažinus teoriją, tie patys ar kiti jos taikymai patenka kartu su ja į vadovėlius, iš kurių būsimieji tyrinėtojai mokysis savo profesijos. Jie nėra tik teorijos pagražinimai ar net ją patvirtinantys dokumentai. Priešingai, teorijos mokymosi procesas priklauso nuo jos taikymų nagrinėjimo, apimančio problemų sprendimą tiek pieštuku popieriaus lape, tiek pasitelkus prietaisus laboratorijoje. Pavyzdžiui, jeigu Newtono dinamiką studijuojantis studentas suvokia terminų „jėga", „masė", „erdvė" ir „laikas" prasmę, jam tai padaryti labiau padeda ne neišsamūs, nors kartais naudingi vadovėliuose pateikti apibrėžimai, bet stebėjimas ir šių sąvokų taikymas sprendžiant problemas.

Šis mokymosi miklinant pirštus ar atliekant praktines užduotis procesas tęsiasi visą laiką, kol vyksta profesinių paslapčių pažinimas. Eidamas nuo pirmojo kurso iki daktaro disertacijos ir toliau, studentas turi spręsti vis sudėtingesnes ir ne visada turinčias precedentą problemas. Bet jos ir toliau modeliuojamos pagal ankstesnius pasiekimus, kaip ir tos problemos, kurios paprastai jį domina vėliau savarankiškai dirbant mokslinį darbą. Niekas nedraudžia manyti, kad šiame kelyje mokslininkas intuityviai susikuria žaidimo taisykles, tačiau mažai tėra pagrindo tuo tikėti. Nors daugelis mokslininkų lengvai ir gražiai kalba apie konkretaus mokslinio tyrimo

pagrindą sudarančias savo individualias hipotezes, jie ne ką geriau už diletantus charakterizuoja nusistovėjusį savo tyrinėjimų srities pagrindą, pagrįstai keliamas problemas ir metodus. Tai, kad jie apskritai perprato šias abstrakcijas, iš esmės liudija jų sugebėjimas sėkmingai atlikti tyrimą. Tačiau šį sugebėjimą galima suprasti ir be hipotetinių žaidimo taisyklių.

Yra ir kitas šių mokslinio ugdymo pasekmių aspektas, iš kurio kyla trečioji priežastis, leidžianti manyti, kad paradigmos vadovauja moksliniam tyrimui tiek tiesiogiai jį modeliuodamos, tiek pateikdamos taisykles. Normalus mokslas be taisyklių gali vystytis tik tol, kol tam tikra mokslinė bendruomenė neabejodama pripažįsta jau surastus atskirų problemų sprendimus. Vadinasi, kai paradigmos ar modeliai imami laikyti nepatikimais, taisyklės turi pasidaryti svarbios, o būdingas abejingumas joms – išnykti. Kaip tik taip ir atsitinka. Ikiparadigminiam periodui ypač būdingi dažnai kylantys rimti ginčai dėl metodų, problemų ir standartinių sprendimų pagrįstumo, nors jie veikiau padeda apibrėžti mokyklas, o ne pasiekti sutarimą. Mes jau aptarėme kai kuriuos tokius ginčus optikoje ir elektros teorijoje, o XVII a. chemijos ir XIX a. pradžios geologijos raidoje jie suvaidino dar didesnį vaidmenį[3]. Be to, tokie ginčai nenutyla visiems laikams atsiradus paradigmai. Nors normalaus mokslo periodais jų beveik nebūna, prieš ir per mokslo revoliucijas, tais periodais, kai paradigmos iš pradžių puolamos, o paskui keičiamos, jie reguliariai atgyja. Perėjimas nuo Newtono mechanikos prie kvantinės mechanikos sukėlė daug ginčų dėl fizikos prigimties ir standar-

[3] Chemijos klausimu žr.: H. Metzger, *Les doctrines chimiques en France du début du XVII^e à la fin du XVIII^e siècle* (Paris, 1923), p. 24–27, 146–149; Marie Boas, *Robert Boyle and Seventeenth-Century Chemistry* (Cambridge, 1958), chap. II. Geologijos klausimu žr.: Walter F. Cannon, „The Uniformitarian-Catastrophist Debate", *Isis*, LI (1960), p. 38–55; C. C. Gillispie, *Genesis and Geology* (Cambridge, Mass., 1951), chaps. IV–V.

tų, kai kurie iš jų vis dar tęsiasi[4]. Šiandien dar yra gyvų žmonių, kurie galbūt prisimena panašius ginčus, sukeltus Maxwello elektromagnetinės teorijos ir statistinės mechanikos[5]. O dar anksčiau Galilei'aus ir Newtono mechanikos asimiliavimas sukėlė ypač garsius ginčus su aristotelininkais, kartezininkais ir Leibnizo sekėjais dėl mokslo standartų pagrįstumo[6]. Kai mokslininkai ginčijasi dėl to, ar fundamentalios jų srities problemos buvo išspręstos, taisyklių paieška įgyja tokią funkciją, kokia joms paprastai nebūdinga. Tačiau kol paradigmos galioja, jos gali funkcionuoti be sutarimo dėl racionalizacijos ar net jeigu jų visai nemėginama racionalizuoti.

Šį skyrių užbaigsime nurodydami ketvirtąją priežastį, kodėl paradigmos laikomos pirmesnėmis už visuotinai pripažintas taisykles ir prielaidas. Šios apybraižos įžangoje minėjome, kad gali būti ir mažų, ir didelių revoliucijų, kad kai kurios revoliucijos turi įtakos tik tam tikro profesinio pogrupio nariams ir kad tokiems pogrupiams net naujo ir netikėto reiškinio atradimas gali būti revoliucinis. Kitame skyriuje aptarsime atskiras tokio pobūdžio revoliucijas, ir kol kas anaip-

[4] Apie ginčus dėl kvantinės mechanikos žr.: Jean Ullmo, *La crise de la physique quantique* (Paris, 1950), chap. II.

[5] Apie statistinę mechaniką žr.: René Dugas, *La théorie physique au sens de Boltzmann et ses prolongements modernes* (Neuchatel, 1959), p. 158–184, 206–219. Apie Maxwello darbų recepciją žr.: Max Planck, „Maxwell's Influence in Germany", in *James Clerk Maxwell: A Commemoration Volume, 1831–1931* (Cambridge, 1931), p. 45–65, ypač p. 58–63 ; Silvanus P. Thompson, *The Life of William Thomson Baron Kelvin of Largs* (London, 1910), II, p. 1021–1027.

[6] Kovos su aristotelininkais pavyzdį žr.: A. Koyré, „A Documentary History of the Problem of Fall from Kepler to Newton", *Transactions of the American Philosophical Society*, XLV (1955), p. 329–395. Apie ginčus su kartezininkais ir Leibnizo sekėjais žr.: Pierre Brunet, *L'introduction des théories de Newton en France au XVIII^{e} siècle* (Paris, 1931); A. Koyré, *From the Closed World to the Infinite Universe* (Baltimore, 1957), chap. XI.

tol neaišku, kaip jos kyla. Jeigu normalus mokslas yra toks griežtas ir jeigu mokslinės bendruomenės yra tokios glaudžios, kaip buvo nurodyta anksčiau, kaip paradigmos pasikeitimas gali turėti įtakos tik mažam pogrupiui? Remiantis tuo, kas buvo pasakyta iki šiol, galima manyti, kad normalus mokslas yra vieningas monolitas ir unifikuota veikla, kuri turi atsilaikyti arba sugriūti kartu su bet kuria iš jos paradigmų arba su visomis drauge. Tačiau, matyt, mokslas retai būna toks arba nebūna niekada. Jeigu imsime visas mokslo sritis kartu, jis dažnai atrodo esąs veikiau sukiužęs statinys, kurio atskiros dalys menkai dera tarpusavyje. Tačiau visa, kas pasakyta, neprieštarauja šiam gerai žinomam faktui. Priešingai, paradigmų pakeitimas taisyklėmis turėtų padėti suprasti mokslo sričių ir specialybių skirtingumą. Eksplicitinės taisyklės, kai jos egzistuoja, paprastai yra bendros labai didelei mokslininkų grupei, tačiau paradigmos – nebūtinai. Labai skirtingų mokslo sričių, tarkim, astronomijos ir taksonominės botanikos, tyrinėtojų išsimokslinimo pagrindą sudaro labai skirtingi pasiekimai, išdėstyti skirtingose knygose. Ir net mokslininkai, dirbantys tose pačiose ar glaudžiai susijusiose srityse, studijuojantys daugelį tų pačių knygų ir pasiekimų, vėliau profesinės specializacijos procese gali perimti skirtingas paradigmas.

Kaip vieną iš pavyzdžių imkime gana didelę ir margą bendruomenę, kurią sudaro visi mokslininkai fizikai. Šiandien kiekvienas šios grupės narys mokosi, tarkim, kvantinės mechanikos dėsnių ir daugelis jų remiasi šiais dėsniais dirbdami tiriamąjį darbą ar dėstydami. Tačiau ne visi jie išmoksta tuos pačius šių dėsnių taikymus, todėl kvantinės mechanikos mokslinių tyrimų pokyčiai ne visiems turi vienodą įtaką. Profesinės specializacijos procese kai kurie fizikai susiduria tik su pamatiniais kvantinės mechanikos principais. Kiti nuodugniai studijuoja paradigminius šių principų taikymus fizikai, dar kiti – kietųjų kūnų fizikai ir t. t. Kvantinės mechanikos reikšmė kiekvienam iš jų priklauso nuo to, kokius kursus jis išklausė, kokius vadovėlius perskaitė ir kokius studijuoja

žurnalus. Vadinasi, nors kvantinės mechanikos dėsnių pokyčiai bus revoliuciniai kiekvienai iš šių grupių, pokytis, turintis įtakos tik vienam ar kitam paradigminiam kvantinės mechanikos taikymui, bus revoliucinis tik atskiro profesinio pogrupio nariams. Kitiems šios profesinės grupės ir kitų fizikos mokslų atstovams šis pokytis gali visai nebūti revoliucinis. Trumpai tariant, nors kvantinė mechanika (arba Newtono dinamika, arba elektromagnetinė teorija) daugeliui mokslininkų grupių yra paradigma, ji nėra ta pati paradigma jiems visiems. Todėl ji gali vienu metu determinuoti skirtingas normalaus mokslo tradicijas, kurios iš dalies sutampa, nors yra nevienodos trukmės. Vienoje iš šių tradicijų įvykusi revoliucija nebūtinai apima ir kitas.

Kad šie samprotavimai būtų labiau įtikinami, pateiksime trumpą pavyzdį, atskleidžiantį specializacijos įtaką. Tyrinėtojas, vylęsis sužinoti, kaip mokslininkai supranta atomo teoriją, žymaus fiziko ir iškilaus chemiko paklausė, ar vienas helio atomas yra molekulė, ar ne. Abu atsakė nedvejodami, bet jų atsakymai buvo skirtingi. Chemikas helio atomą laikė molekule, nes kinetinės dujų teorijos požiūriu jis elgiasi kaip molekulė. Fizikas, priešingai, helio atomo nelaikė molekule, nes jis neturi molekulinio spektro[7]. Taigi jie kalbėjo apie tą pačią dalelę, tačiau analizavo ją remdamiesi savo tiriamojo darbo žiniomis ir praktika. Jų įgyta problemos sprendimo patirtis nurodė jiems, kokia turi būti molekulė. Be abejo, jų patirtis turėjo daug bendra, tačiau šiuo atveju nepateikė abiem specialistams vienodo atsakymo. Toliau mes parodysime, kokie svarbūs kartais gali būti tokio pobūdžio paradigminiai skirtumai.

[7] Tas tyrinėtojas buvo Jamesas K. Senioras; esu jam dėkingas, kad papasakojo man šią istoriją. Kai kurie panašūs klausimai analizuojami jo straipsnyje: James K. Senior, „The Vernacular of the Laboratory", *Philosophy of Science*, XXV (1958), p. 163–168.

VI. ANOMALIJA IR MOKSLINIŲ ATRADIMŲ ATSIRADIMAS

Normalus mokslas, su galvosūkių sprendimu susijusi veikla, kurią ką tik aptarėme, yra nepaprastai kumuliatyvi, itin sėkmingai pasiekianti savo tikslą – nuolat plėsti mokslinio pažinimo ribas ir didinti jo tikslumą. Visais šiais aspektais ji labai tiksliai atitinka plačiai paplitusią mokslinio darbo sampratą. Tačiau vieno tipiško mokslinės veiklos produkto čia stinga. Normalus mokslas nesiekia surasti naujus faktus ar sukurti naujas teorijas, ir jo sėkmė su tuo visai nesusijusi. Tačiau moksliniai tyrinėjimai nuolat atskleidžia naujus ir netikėtus reiškinius, o mokslininkai nuolat išranda radikalias naujas teorijas. Istorija net perša mintį, kad mokslinė veikla sukūrė nepaprastai galingą techniką pateikti tokio pobūdžio siurprizams. Jeigu šį mokslo ypatumą reikia suderinti su tuo, kas jau buvo pasakyta, tuomet paradigma paremtas mokslinis tyrimas turi būti ypač efektyvus būdas paskatinti keisti paradigmą. Tai ir daro nauji fundamentalūs faktai ir teorijos. Jie atrandami netyčia žaidžiant pagal vieną taisyklių visetą, o jų įtraukimas į mokslinę vartoseną reikalauja parengti kitą jų visetą. Kai jie tampa mokslo elementais, mokslinė veikla, bent jau tų specialistų, kurių sritims priklauso šios naujovės, niekada nebebūna visiškai tokia pati.

Dabar turime išsiaiškinti, kaip įvyksta tokie pokyčiai, pirmiausia aptardami atradimus, arba naujų faktų atskleidimą, o paskui – išradimus, arba naujų teorijų sukūrimą. Tačiau netrukus paaiškės, kad ši perskyra tarp atradimo ir išradimo, arba tarp fakto ir teorijos, yra perdėm dirbtinė. Jos dirbtinumas yra svarbus kai kurių pagrindinių šios apybraižos tezių raktas. Toliau šiame skyriuje analizuodami kai kuriuos atradimus greitai įsitikinsime, kad jie yra ne izoliuoti įvy-

kiai, bet ilgi epizodai, turintys reguliariai pasikartojančią struktūrą. Atradimas prasideda nuo anomalijos suvokimo, t. y. nuo pripažinimo, kad gamta nukrypsta nuo to, ko skatina tikėtis paradigma, kuria vadovaujasi normalus mokslas. Tada imamasi plačiau tirti anomalijos sritį. Atradimo procesas baigiasi tik tada, kai paradigminė teorija taip pakoreguojama, kad anomalija tampa tuo, ko tikimasi. Naujos rūšies faktų įtraukimas reikalauja ne tik papildyti ir pakoreguoti teoriją, ir kol tas koregavimas nebus visiškai užbaigtas, kol mokslininkas neišmoks kitaip žvelgti į gamtą, tol naujas faktas apskritai negali būti laikomas mokslo faktu.

Kad suprastume, kaip glaudžiai moksliniame atradime susipina faktinės ir teorinės naujovės, paanalizuokime itin gerai žinomą pavyzdį – deguonies atradimą. Į šį atradimą teisėtai gali pretenduoti mažiausiai trys žmonės, o dar keletas chemikų XVIII a. aštuntojo dešimtmečio pradžioje patys to nežinodami gavo prisotintą orą laboratoriniuose induose[1]. Normalaus mokslo, šiuo atveju pneumatinės chemijos, pažanga labai kruopščiai parengė dirvą šiam didžiam atradimui. Pirmasis pretendentas, gavęs palyginti gryną dujų mėginį, buvo švedų vaistininkas C. W. Scheele. Tačiau mes galime ignoruoti jo darbą, nes jis nebuvo paskelbtas iki to laiko, kai kitur buvo pranešta apie deguonies atradimą, ir todėl neturėjo įtakos mus čia labiausiai dominančiam istoriniam modeliui[2]. Laiko atžvilgiu antrasis į šį atradimą turėjo teisę pretenduoti britų moksli-

[1] Iki šiol klasikiniu laikomą deguonies atradimo aptarimą žr.: A. N. Meldrum, *The Eighteenth-Century Revolution in Science – the First Phase* (Calcutta, 1930), chap. V. Nepakeičiama šiuolaikinė apžvalga, kurioje aptariami ir ginčai dėl pirmenybės, yra: Maurice Daumas, *Lavoisier, théoricien et expérimentateur* (Paris, 1955), chaps. II–III. Išsamesnę analizę ir bibliografiją taip pat žr.: T. S. Kuhn, „The Historical Structure of Scientific Discovery", *Science*, CXXXVI (June 1, 1962), p. 760–764.

[2] Kitokį Scheele's vaidmens vertinimą žr: Uno Bocklund, „A Lost Letter from Scheele to Lavoisier", *Lychnos*, 1957–1958, p. 39–62.

ninkas ir teologas Josephas Priestley, kuris surinko dujas, išsiskyrusias kaitinant raudonąjį gyvsidabrio oksidą, – tai buvo vienas iš elementų, gautų ilgą laiką trukusio daugelio kietųjų kūnų skleidžiamų „orų" normalaus tyrimo procese. 1774 metais jis tokiu būdu gautas dujas identifikavo kaip azoto oksidą, o 1775 metais po tolesnių bandymų – kaip įprastą orą, tik turintį mažiau nei paprastai flogistono. Trečiasis pretendentas, Lavoisier, darbą, kuris baigėsi deguonies atradimu, pradėjo po Priestley'o 1774 metais atliktų eksperimentų ir tikriausiai paskatintas jo užuominos. 1775 metų pradžioje Lavoisier paskelbė, kad dujos, gautos kaitinant raudonąjį gyvsidabrio oksidą, yra „tikras oras, visiškai nepakitęs, [išskyrus tai, kad] ... jis yra grynesnis ir geriau tinkamas kvėpuoti"[3]. 1777 metais, galbūt paskatintas antrosios Priestley'o užuominos, Lavoisier padarė išvadą, kad tai yra skirtingos rūšies dujos, vienas iš dviejų pagrindinių atmosferos komponentų, – išvadą, su kuria Priestley niekada nesutiko.

Šis atradimo modelis kelia klausimą, kurį galima pateikti apie kiekvieną mokslininkų įsisąmoninamą naują reiškinį. Kas pirmasis atrado deguonį – Priestley ar Lavoisier, ar kas nors kitas? Be to, kada deguonis buvo atrastas? Tokį klausimą būtų galima kelti net ir tuo atveju, jeigu būtų tik vienas pretendentas. Mūsų visai nedomina atsakymas, nurodantis pirmenybę ir datą. Vis dėlto pastangos rasti jį nušviečia mokslinio atradimo prigimtį, kadangi tokio atsakymo, kokio ieškoma, nėra. Atradimas nėra toks procesas, kuriam tiktų šis klausimas. Pats jo kėlimas – XVIII a. devintajame dešimtmetyje ne kartą buvo ginčijamasi dėl to, kas pirmasis atrado deguonį, – yra iškreipto mokslo vaizdo simptomas, nes kitaip

[3] J. B. Conant, *The Overthrow of the Phlogiston Theory: The Chemical Revolution of 1775–1789* („Harvard Case Histories in Experimental Science", Case 2; Cambridge, Mass., 1950), p. 23. Šioje labai naudingoje brošiūroje perspausdinama daug svarbių dokumentų.

mokslo atradimui nebūtų priskiriamas toks fundamentalus vaidmuo. Dar kartą grįžkime prie mūsų pavyzdžio. Priestley'o pretenzijos į deguonies atradimą grindžiamos tuo, kad jis pirmasis išskyrė dujas, kurios vėliau buvo pripažintos esančios skirtingos rūšies. Tačiau Priestley'o mėginys nebuvo grynas, ir jeigu negryno deguonies turėjimas rankose yra jo atradimas, tai tą padarė kiekvienas, kada nors uždaręs į indą atmosferos orą. Be to, jeigu Priestley buvo atradėjas, kada atradimas buvo padarytas? 1774 metais jis manė, kad gavo azoto oksidą – jau žinomą dujų rūšį; 1775 metais gautas dujas jis laikė mažiau flogistono turinčiu oru, kuris dar nėra deguonis ar net, flogistono teoriją pripažįstančių chemikų požiūriu, visiškai netikėta dujų rūšis. Lavoisier pretenzijos labiau pagrįstos, bet ir jos kelia tas pačias problemas. Jeigu neduosime palmės šakelės Prietley'ui, negalėsime ja apdovanoti ir Lavoisier už 1775 metų darbą, įgalinusį jį identifikuoti dujas kaip „tikrą ora". Matyt, palūkėsime 1776 ir 1777 metais Lavoisier atliktų darbų, kai jis ne tik gavo dujas, bet ir išsiaiškino, kokios yra tos dujos. Tačiau ir šį sprendimą galima ginčyti, nes ir 1777 metais, ir iki pat gyvenimo pabaigos Lavoisier laikėsi nuomonės, kad deguonis yra atominis „rūgštingumo elementas" ir kad deguonies dujos susidaro tik tada, kai šis „elementas" susijungia su kaloriku, šilumos medžiaga[4]. Taigi ar galime sakyti, kad 1777 metais deguonis dar nebuvo atrastas? Kai kam gali kilti tokia pagunda. Tačiau rūgštingumo elementas buvo išmestas iš chemijos tik po 1810 metų, o kalorikas užsibuvo iki XIX a. septintojo dešimtmečio. Deguonis imtas laikyti įprasta chemine medžiaga dar iki šių datų.

Akivaizdu, kad analizuoti tokiems įvykiams kaip deguonies atradimas mums reikalingas naujas žodynas ir naujos

[4] H. Metzger, *La philosophie de la matière chez Lavoisier* (Paris, 1935); Daumas, *op. cit.*, chap. VII.

sąvokos. Nors teiginys „Deguonis buvo atrastas" neabejotinai yra teisingas, jis klaidina piršdamas mintį, kad ko nors atradimas yra paprastas pavienis aktas, kurį galima prilyginti mūsų įprastai (ir taip pat ginčytinai) matymo sąvokai. Štai kodėl mes taip lengvai sutinkame, kad atradimas, kaip ir matymas ar lytėjimas, gali būti vienareikšmiškai priskirtas atskiram individui ir tam tikram laiko momentui. Tačiau atradimo niekada neįmanoma susieti su konkrečiu laiko momentu, o dažnai – ir su atskiru asmeniu. Ignoruodami Scheele, galime tvirtai sakyti, kad iki 1774 metų deguonis nebuvo atrastas, ir tikriausiai galėtume sakyti, kad jis buvo atrastas apie 1777 metus ar kiek vėliau. Tačiau šiose ar kitose panašiose ribose mėginimas datuoti atradimą neišvengiamai bus savavališkas, nes naujos reiškinių rūšies atradimas būtinai yra sudėtingas įvykis, apimantis suvokimą, *kad* kas nors yra ir *kas* tai yra. Pavyzdžiui, atkreipkime dėmesį į tai, kad jeigu deguonį laikytume oru, kuriame yra mažiau flogistono, neabejodami turėtume teigti, jog jį atrado Priestley, nors tikrai nežinome kada. Tačiau jeigu atradimą sudaro neatskiriamai susiję stebėjimas ir konceptualizacija, faktas ir jo įtraukimas į teoriją, tada atradimas yra procesas ir turi trukti tam tikrą laiką. Tik tokiu atveju, jei visos atitinkamos konceptualinės kategorijos yra parengtos iš anksto, be didelių pastangų, kartu ir momentaliai gali būti atrasta *kas nors* ir nustatyta, *kas* tai yra, tačiau tada tai nebus naujos rūšies reiškinys.

Dabar tarkime, kad atradimas apima ilgalaikį, nors nebūtinai labai ilgą, konceptualinio įprasminimo procesą. Ar galime sakyti, kad jis apima ir paradigmos pakeitimą? Kol kas negalima pateikti bendro atsakymo į šį klausimą, tačiau bent jau šiuo atveju atsakymas turi būti teigiamas. Tai, ką Lavoisier skelbė savo straipsniuose nuo 1777 metų, buvo ne tiek deguonies atradimas, bet veikiau degimo kaip jungimosi su deguonimi teorija. Ši teorija tapo chemijos pertvarkymo pagrindu – tas pertvarkymas buvo toks visa apimantis, kad paprastai vadinamas chemijos revoliucija. Iš tiesų jeigu

deguonies atradimas nebūtų glaudžiai susijęs su naujos chemijos paradigmos atsiradimu, prioriteto klausimas, nuo kurio mes pradėjome, niekada nebūtų atrodęs toks svarbus. Šiuo atveju, kaip ir kitais, naujam reiškiniui, o kartu ir jo atradėjui priskiriama reikšmė priklauso nuo to, kokiu mastu, mūsų požiūriu, reiškinys nukrypsta nuo paradigma pagrįsto numatymo. Tačiau pažymėsime (vėliau tai bus svarbu), kad deguonies atradimas pats savaime nebuvo chemijos teorijos pasikeitimo priežastis. Dar gerokai prieš tai, kai suvaidino tam tikrą vaidmenį atrandant naujas dujas, Lavoisier buvo įsitikinęs, kad flogistono teorija nėra visiškai teisinga ir kad degantys kūnai absorbuoja tam tikrą atmosferos dalį. Samprotavimus šiais klausimais jis išdėstė užantspauduotose pastabose, kurias 1772 m. per sekretorių atidavė saugoti Prancūzijos akademijai[5]. Su deguonimi susiję moksliniai tyrimai dar labiau sustiprino ankstesnę Lavoisier nuomonę, kad kažkas yra ne taip. Jie nurodė jam tai, ką jis jau buvo pasirengęs atrasti, – medžiagos, kurią degimas pašalina iš atmosferos, prigimtį. Tai, kad Lavoisier iš anksto suvokė sunkumus, ko gero, buvo svarbiausias dalykas, leidęs jam eksperimentais, panašiais į tuos, kuriuos atliko Priestley, aptikti dujas, kurių pats Priestley nesugebėjo įžvelgti. Atvirkščiai, kad būtų galima įžvelgti tai, ką pamatė Lavoisier, reikėjo iš esmės pakeisti paradigmą, ir tai buvo pagrindinė priežastis, kodėl Priestley iki savo ilgo gyvenimo pabaigos nesugebėjo pamatyti deguonies.

Du kiti gerokai trumpesni pavyzdžiai patvirtins daugelį ką tik pasakytų minčių ir kartu leis nuo atradimų prigimties nušvietimo pereiti prie aplinkybių, kuriomis padaromi mokslo atradimai, aiškinimosi. Stengdamiesi parodyti pagrindi-

[5] Autoritetingiausiai Lavoisier nepasitenkinimo priežastys išdėstytos kn.: Henry Guerlac, *Lavoisier – the Crucial Year: The Background and Origin of His First Experiments on Combustion in 1772* (Ithaca, N. Y., 1961).

nius būdus, kuriais gali rastis atradimai, pasirinkome tokius pavyzdžius, kurie skirtųsi tiek vienas nuo kito, tiek nuo deguonies atradimo. Pirmasis, rentgeno spindulių atradimas, yra klasikinis atsitiktinio atradimo pavyzdys, – šio tipo atradimai yra kur kas dažnesni, negu galima manyti remiantis sausais standartiniais pranešimais. Jo istorija prasidėjo tą dieną, kai fizikas Roentgenas nutraukė normalų katodo spindulių tyrimą pastebėjęs, kad ekranas, padengtas bario platinos cianidu, tam tikru atstumu nuo ekranuojančio įrenginio išlydžio metu švytėjo. Tolesni tyrimai, – jie truko septynias karštligiško darbo savaites, per kurias Roentgenas beveik neišeidavo iš laboratorijos, – parodė, kad švytėjimo priežastis yra iš elektroninio vamzdelio sklindantys tiesūs spinduliai, kad spinduliavimas meta šešėlį, kad magnetas negali pakeisti spindulių krypties ir daug ką kita. Prieš paskelbdamas savo atradimą Roentgenas įsitikino, kad šį efektą sukelia ne katodiniai spinduliai, bet šiek tiek panašus į šviesą spinduliavimas[6].

Net tokia glausta santrauka atskleidžia stulbinamą panašumą į deguonies atradimą: prieš eksperimentus su raudonuoju gyvsidabrio oksidu Lavoisier atliko eksperimentus, kurių rezultatai neatitiko numatytųjų remiantis flogistono paradigma; Roentgeno atradimas prasidėjo pastebėjus, kad ekranas švyti tada, kai jis neturėtų švytėti. Abiem atvejais anomalijos – tai yra reiškinio, kuriam paradigma tyrinėtojo neparuošė – suvokimas suvaidino esminį vaidmenį parengdamas dirvą naujovės suvokimui. Bet, kita vertus, abiem atvejais suvokimas, kad kažkas vyksta ne taip, buvo tik atradimo preliudija. Ir deguonies, ir rentgeno spindulių atradimas apėmė ir tolesnio eksperimentavimo bei asimiliavimo procesą. Pavyzdžiui, kuriuo Roentgeno tyrimo momentu

[6] L. W. Taylor, *Physics, the Pioneer Science* (Boston, 1941), p. 790–794; T. W. Chalmers, *Historic Researches* (London, 1949), p. 218–219.

buvo galima sakyti, kad rentgeno spinduliai iš tiesų jau atrasti? Šiaip ar taip, ne iš pat pradžių, kai buvo pastebėtas tik ekrano švytėjimas. Šį švytėjimą matė dar mažiausiai vienas tyrinėtojas ir, savo nusivylimui, visiškai nieko neatrado[7]. Taip pat aišku, kad atradimo momento negalima nustumti į paskutinę tyrimo savaitę, kai Roentgenas tyrė *jau* atrasto naujo spinduliavimo savybes. Mes tik galime pasakyti, kad rentgeno spinduliai buvo atrasti Viurcburge 1895 metais tarp lapkričio 8-osios ir gruodžio 25-osios.

Tačiau trečiojoje srityje svarbių paralelių tarp deguonies ir rentgeno spindulių atradimų egzistavimas ne toks akivaizdus. Skirtingai nei deguonies atradimas, rentgeno spindulių atradimas bent jau dešimtmetį nesukėlė jokių akivaizdžių mokslinės teorijos poslinkių. Tada kokia prasme galima sakyti, kad šio atradimo asimiliavimas reikalavo pakeisti paradigmą? Yra labai svarus motyvas neigti tokį pokytį. Žinoma, remiantis paradigmomis, kurioms pritarė Roentgenas ir jo amžininkai, nebuvo galima numatyti rentgeno spindulių. (Maxwello elektromagnetinė teorija dar nebuvo visuotinai pripažinta, o partikulinė katodinių spindulių teorija buvo tik viena iš paplitusių hipotezių.) Tačiau šios paradigmos neužkirto kelio rentgeno spindulių egzistavimui, bent jau akivaizdžiai, kaip flogistono teorija neleido Lavoisier savaip interpretuoti Priestley'o atrastų dujų. Priešingai, 1895 metais vyravusi mokslinė teorija ir praktika pripažino keletą spinduliavimo formų – matomą, infraraudonąjį ir ultravioletinį. Kodėl rentgeno spinduliai negalėtų būti laikomi dar viena gerai žinomos gamtos reiškinių klasės forma? Ko-

[7] E. T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, I (2d ed.; London, 1951), p. 358, n. 1. Ponas George'as Thomsonas papasakojo man apie kitą nesėkmę. Ponas Williamas Crookesas, atkreipęs dėmesį į nepaaiškinamą fotografijos plokštelių šydą, taip pat buvo pakeliui į atradimą.

dėl, pavyzdžiui, jų atradimas nebuvo suvokiamas taip pat, kaip naujų cheminių elementų atradimas? Ir Roentgeno laikais buvo ieškoma ir randama naujų elementų užpildyti tuščioms periodinės lentelės vietoms. Jų paieška buvo tipiškas normalaus mokslo uždavinys, o sėkmė buvo proga sulaukti sveikinimų, bet ne nuostabos.

Tačiau rentgeno spindulių atradimas sukėlė ne tik nuostabą, bet ir šoką. Lordas Kelvinas iš pradžių paskelbė juos gerai parengta mistifikacija[8]. Kiti, nors ir neabejojo įrodymais, aiškiai buvo apstulbinti. Nors rentgeno spinduliai neprieštaravo vyraujančiai teorijai, jie prasilenkė su tvirtai įsigalėjusiais lūkesčiais. Mano nuomone, tie lūkesčiai netiesiogiai lėmė nusistovėjusių laboratorinių procedūrų modelius ir interpretacijas. Iki XIX a. paskutinio dešimtmečio daugelyje Europos laboratorijų buvo prietaisai gauti katodiniams spinduliams. Jeigu Roentgeno prietaisas skleidė rentgeno spindulius, vadinasi, daugelis kitų eksperimentatorių kurį laiką taip pat gaudavo šiuos spindulius patys to nežinodami. Galimas daiktas, buvo ir kitų nežinomų šių spindulių šaltinių, taigi jie turėjo įtakos kitiems reiškiniams, kurie anksčiau buvo aiškinami neatsižvelgiant į juos. Bent jau kai kuriuos seniai žinomus prietaisus nuo šiol reikėjo padengti švininiais ekranais. Anksčiau pagal normalaus mokslo projektus atliktą darbą dabar reikėjo padaryti iš naujo, nes pirma mokslininkams nepavyko atpažinti ir kontroliuoti atitinkamų kintamų dydžių. Be abejo, rentgeno spinduliai atvėrė naują sritį ir išplėtė potencialią normalaus mokslo sferą. Tačiau dabar svarbiausia buvo tai, kad jie sukėlė pokyčius jau egzistavusiose srityse. Todėl iš ankstesniųjų paradigminių instrumentarijaus tipų jie atėmė teisę į šį titulą.

[8] Silvanus P. Thompson, *The Life of Sir William Thomson Baron Kelvin of Largs* (London, 1910), II, p. 1125.

Trumpai tariant, sprendimas naudoti tam tikrą prietaisą tam tikru būdu sąmoningai ar nesąmoningai susijęs su prielaida, kad atsiras tik tam tikros aplinkybių rūšys. Lūkesčiai būna tiek instrumentiniai, tiek teoriniai, ir jie dažnai vaidindavo lemiamą vaidmenį mokslo raidoje. Pavyzdžiui, vienas iš tokių lūkesčių yra pavėluoto deguonies atradimo istorijos dalis. Naudodami standartinį būdą patikrinti „oro gerumui", ir Priestley, ir Lavoisier sumaišydavo dvi dalis gautų dujų su viena azoto oksido dalimi, sukratydavo mišinį virš vandens ir matuodavo likusių dujų tūrį. Ankstesnis patyrimas, kuriuo rėmėsi ši standartinė procedūra, įtikino juos, kad atmosferos oro turi likti viena dalis, o bet kurių kitų dujų (arba negryno oro) liks daugiau. Atlikdami eksperimentus su deguonimi abu rado vienai daliai artimą likutį ir atitinkamai identifikavo dujas. Tik daug vėliau ir iš dalies atsitiktinai Priestley atsisakė standartinės procedūros ir pamėgino sumaišyti azoto oksidą ir gautas dujas kitomis proporcijomis. Tada jis įsitikino, kad keturis kartus padidinus azoto oksido kiekį iš viso beveik nieko nelieka. Jo nuostata laikytis pradinės tyrimo procedūros – procedūros, kurią sankcionavo didelis ankstesnis patyrimas, – kartu buvo ir nuostata laikytis nuomonės, kad dujos, kurios gali elgtis taip, kaip elgiasi deguonis, neegzistuoja[9].

Tokios rūšies iliustracijų būtų galima pateikti ir daugiau – pavyzdžiui, kodėl taip vėlai buvo nustatytas urano dalijima-

[9] Conant, *op. cit.*, p. 18–20.

[10] K. K. Darrow, „Nuclear Fission", *Bell System Technical Journal*, XIX (1940), p. 267–289. Kriptono, vieno iš pagrindinių dalijimosi produktų, nebuvo galima aptikti cheminiais būdais, kol nebuvo gerai suprasta reakcija. Baris, kitas produktas, buvo beveik aptiktas cheminiu būdu vėlyvojoje tyrimo stadijoje, nes paaiškėjo, kad šis elementas, sujungtas su radioaktyviu tirpalu, nusodina sunkųjį elementą, kurio branduolio chemikai ieškojo. Nesėkmingi bandymai atskirti šį sujungtąjį barį nuo radioaktyvaus produkto galiausiai (po beveik penkerius metus trukusių pakartotinių reakcijos tyrimų) paskatino

sis. Viena iš priežasčių, kodėl buvo taip sunku atpažinti šią branduolinę reakciją, buvo ta, kad mokslininkai, žinoję, ko galima tikėtis apšaudant uraną, pasirinko cheminius bandymus, skirtus daugiausia periodinės lentelės viršutinei eilei[10]. Ar dėl to, kad tokios instrumentinės nuostatos dažnai suklaidina, turėtume padaryti išvadą, jog mokslas turėtų atsisakyti standartinių bandymų ir standartinių instrumentų? Tai neįsivaizduojamai supainiotų tyrimo metodą. Paradigma pagrįstos procedūros ir jos taikymai mokslui tokie pat būtini, kaip ir paradigminiai dėsniai ir teorijos, ir turi tokią pačią reikšmę. Jie neišvengiamai apriboja reiškinių sritį, kurią tam tikru metu gali aprėpti mokslinis tyrimas. Suvokdami tai mes kartu galime įžvelgti, kokia prasme tokie atradimai kaip rentgeno spindulių atradimas iš esmės lemia paradigmos, kuria vadovaujasi tam tikra mokslinės bendruomenės grupė, pasikeitimą, taigi ir procedūrų bei lūkesčių pokyčius. Pagaliau mes taip pat galime suprasti, kodėl rentgeno spindulių atradimas daugeliui mokslininkų galėjo atrodyti atveriąs naują keistą pasaulį ir tuo veiksmingai prisidėti prie krizės, iš kurios radosi XX a. fizika.

Mūsų paskutinis mokslinio atradimo pavyzdys – Leideno stiklinės sukūrimas – priklauso klasei, kurią galima apibūdinti kaip teorijos paskatintus atradimus. Iš pirmo žvilgsnio šis terminas gali atrodyti paradoksalus. Daug kas iš to, kas iki šiol buvo pasakyta, perša mintį, kad teorijos iš

padaryti tokią išvadą: „Kaip chemikai, dėl šio tyrimo mes turėtume ... pakeisti ankstesnėje [reakcijos] schemoje visus pavadinimus ir vietoj Ra, Ac, Th rašyti Ba, La, Ce. Tačiau kaip „branduolio chemikai", glaudžiai susiję su fizika, mes negalime daryti tokio šuolio, kuris prieštarautų visam ankstesniam branduolio fizikos patyrimui. Gali būti, kad dėl keistų atsitiktinumų serijos mūsų rezultatai yra apgaulingi." (Otto Hahn and Fritz Strassman, „Uber den Nachweis und das Verhalten der bei der Bestrahlung des Urans mittels Neutronen entstehenden Erdalkalimetalle", *Die Naturwissenschaften*, XXVII (1939), S. 15.)

anksto numatyti atradimai yra normalaus mokslo elementai ir nepateikia jokių *naujų* faktų *rūšių*. Pavyzdžiui, anksčiau kaip apie tokio pobūdžio normalaus mokslo veiklą aš kalbėjau apie naujų cheminių elementų atradimą XIX a. antrojoje pusėje. Tačiau ne visos teorijos yra paradigminės. Ikiparadigminiais periodais ir krizių, sukeliančių didelius paradigmos pokyčius, metu mokslininkai paprastai sukuria daug spekuliatyvių ir neaiškių teorijų, kurios pačios gali nurodyti kelią į atradimą. Tačiau dažnai tas atradimas nebūna visiškai toks, kokį numatė spekuliatyvi ir preliminari hipotezė. Tik tada, kai eksperimentas ir preliminari teorija atitinka vienas kitą, randasi atradimas ir teorija tampa paradigma.

Leideno stiklinės atradimas turi visus šiuos bruožus, taip pat kitus, mūsų aptartus anksčiau. Kai jis prasidėjo, nebuvo vieningos elektros tyrinėjimų paradigmos. Buvo daug tarpusavyje konkuruojančių teorijų, sukurtų remiantis palyginti prieinamų reiškinių tyrimais. Nė vienai iš jų nepasisekė tinkamai sutvarkyti visos elektros reiškinių įvairovės. Ši nesėkmė buvo kai kurių anomalijų, parengusių dirvą Leideno stiklinės atradimui, šaltinis. Viena iš konkuruojančių elektros tyrinėtojų mokyklų laikė elektrą fluidu, ir ši koncepcija paskatino kai kuriuos mokslininkus pamėginti surinkti fluidą laikant rankoje vandens pripiltą stiklinę, kurioje esantis vanduo lietėsi su laidininku, prijungtu prie veikiančio elektrostatinio generatoriaus. Atitraukdamas stiklinę nuo mašinos ir laisva ranka liesdamas vandenį (arba su juo sujungtą laidininką) kiekvienas iš šių tyrinėtojų patyrė stiprų smūgį. Tačiau po šių pirmųjų eksperimentų elektros tyrinėtojai dar nesukūrė Leideno stiklinės. Šis prietaisas radosi lėtai, ir vėl neįmanoma pasakyti, kada jis jau buvo atrastas. Pradiniai bandymai surinkti elektringąjį fluidą tapo įmanomi tik todėl, kad tyrinėtojai laikė stiklinę rankose, o patys stovėjo ant žemės. Elektros tyrinėtojai dar turėjo sužinoti, kad stiklinė iš vidaus ir iš išorės turi būti padengta laidžia medžiaga ir kad fluidas iš tiesų visai nesikaupia stiklinėje. Jiems tai parodė atliekami

tyrimai, kurie atskleidė ir kitas anomalijas, ir šiame procese buvo sukurtas prietaisas, kurį vadiname Leideno stikline. Be to, padėję ją sukurti eksperimentai, kurių daugelį atliko Franklinas, reikalavo iš esmės pakoreguoti fluido teoriją ir įgalino pateikti pirmąją išsamią elektros tyrinėjimų paradigmą[11].

Trijų aptartų pavyzdžių bendri bruožai daugiau ar mažiau (priklausomai nuo to, ar rezultatas yra šokiruojantis, ar toks, koks buvo numatytas) būdingi visiems atradimams, atskleidžiantiems naujas reiškinių rūšis. Šie bruožai yra tokie: pirmiausia anomalijos suvokimas, laipsniškas jos pripažinimas – kartu ir paremtas stebėjimu, ir konceptualinis, o vėliau paradigminių kategorijų ir procedūrų pakeitimas, kuriam dažnai priešinamasi. Net esama įrodymų, kad tie patys bruožai būdingi pačiai suvokimo proceso prigimčiai. Atlikdami psichologinį eksperimentą, kuris vertas didesnio nespecialistų dėmesio, Bruneris ir Postmanas prašė tiriamųjų per trumpą ir fiksuotą laiką atpažinti kortų serijas. Dauguma kortų buvo normalios, bet kai kurios buvo netaisyklingos, pavyzdžiui, raudonas pikų šešetukas ir juodas širdžių ketvertukas. Kiekvienas eksperimentinis ciklas susidėjo iš to, kad vienam tiriamajam buvo rodomos po vieną kortų serijos laipsniškai ilginant rodymo laiką. Po kiekvieno parodymo tiriamasis turėdavo pasakyti, ką matė, ir ciklas baigdavosi tada, kai tiriamasis du kartus iš eilės teisingai atpažindavo kortas[12].

Net ir trumpiausiai rodant daugelis tiriamųjų atpažino didžiąją dalį kortų, o šiek tiek pailginus rodymo laiką visi

[11] Apie įvairias Leideno stiklinės evoliucijos stadijas žr.: I. B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof* (Philadelphia, 1956), p. 385–386, 400–406, 452–467, 506–507. Paskutinę stadiją aprašė Whittakeris (Whittaker, *op. cit.*, p. 50–52).

[12] J. S. Bruner and Leo Postman, „On the Perception of Incongruity: A Paradigm“, *Journal of Personality*, XVIII (1949), p. 206–223.

tiriamieji atpažino visas. Normalios kortos paprastai buvo identifikuojamos teisingai, bet netaisyklingos kortos beveik visada nedvejojant ir nesutrikus buvo atpažįstamos kaip normalios. Pavyzdžiui, juodas širdžių ketvertukas buvo identifikuojamas arba kaip pikų, arba kaip širdžių ketvertukas. Neįtariant jokio keblumo, jis buvo nedelsiant priskiriamas vienai iš ankstesnio patyrimo parengtų konceptualinių kategorijų. Net negalima tvirtai pasakyti, ar tiriamieji matė ką nors skirtinga nuo to, ką jie atpažino. Vėliau ilginant netaisyklingų kortų rodymo laiką tiriamieji pradėdavo abejoti ir suvokti anomaliją. Pavyzdžiui, matydami raudoną pikų šešetuką, kai kurie sakė: „Tai pikų šešetukas, bet kažkas čia ne taip – juoda spalva apvesta raudonai". Dar pailginus rodymo laiką kildavo dar daugiau abejonių ir sumišimo, kol galiausiai, kartais net staiga, daugelis tiriamųjų pradėdavo nedvejodami teisingai atpažinti kortas. Be to, teisingai atpažinę dvi ar tris netaisyklingas kortas, jie vėliau nesunkiai atpažindavo kitas. Tačiau kai kurie tiriamieji taip ir nesugebėjo tinkamai pakoreguoti savo kategorijų. Net keturiasdešimt kartų pailginus vidutinį rodymo laiką, reikalingą atpažinti normalioms kortoms, daugiau kaip 10 procentų netaisyklingų kortų nebuvo teisingai atpažintos. Nesėkmę patyrę tiriamieji smarkiai susikrimsdavo. Vienas iš jų sušuko: „Aš negaliu nustatyti, kokios rūšies ta korta. Ji net nepanaši į kortą. Nežinau, kokios ji dabar rūšies – ar pikų, ar širdžių. Net nebesu tikras, kaip atrodo pikai. O Dieve!"[13] Kitame skyriuje pamatysime, kad mokslininkai irgi kartais elgiasi panašiai.

Šis psichologinis eksperimentas – ir kaip metafora, ir kaip atspindintis proto prigimtį – pateikia nuostabiai paprastą ir įtikinamą mokslinio atradimo proceso schemą. Moksle, kaip

[13] *Ibid.*, p. 218. Mano kolega Postmanas pasakojo, kad iš anksto žinodamas, kaip sumanytas ir atliekamas eksperimentas, jis vis tiek žvelgdamas į netikusias kortas jautėsi labia nejaukiai.

ir eksperimente su kortomis, naujovės visada randasi sunkiai, susiduria su pasipriešinimu, turi įveikti aplinką, kurioje tikimasi tam tikrų dalykų. Iš pradžių patiriama tik tai, ko tikimasi ir kas yra įprasta, – net tokiomis aplinkybėmis, kuriomis vėliau bus pastebėta anomalija. Tačiau geriau įsigilinus suvokiama, kad kažkas negerai, arba padarinys susiejamas su tuo, kas buvo negerai anksčiau. Suvokus anomaliją prasideda periodas, kai konceptualinės kategorijos derinamos tol, kol tai, kas iš pradžių atrodė anomalija, tampa tuo, ko ir buvo tikimasi. Šiuo momentu atradimas yra užbaigtas. Jau pabrėžiau, kad toks arba labai panašus procesas apibūdina visų fundamentalių mokslo naujovių atsiradimą. Dabar leiskite atkreipti dėmesį į tai, kad suvokę šį procesą mes pagaliau galime suprasti, kodėl normalus mokslas, nesiekiantis naujų atradimų ir linkęs iš pradžių juos slopinti, vis dėlto taip veiksmingai juos sukelia.

Kiekvieno mokslo raidoje pirmoji visuotinai pripažinta paradigma paprastai laikoma sėkmingai paaiškinančia daugumą stebėjimų ir eksperimentų, kurie lengvai prieinami šios srities mokslininkams. Todėl tolesnė mokslo plėtra paprastai reikalauja sukurti sudėtingus prietaisus, tobulinti ezoterinį žodyną ir meistriškumą, tikslinti sąvokas (dėl to jų panašumas į prototipus iš sveiko proto srities vis mažėja). Tokia profesionalizacija, viena vertus, labai apriboja mokslininko akiratį ir skatina atkakliai priešintis paradigmos pakeitimui. Mokslas darosi vis griežtesnis. Kita vertus, tose srityse, į kurias paradigma nukreipia mokslininkų grupės dėmesį, normalus mokslas skatina kaupti išsamią informaciją ir tikslinti stebėjimo ir teorijos atitikimą, kurio negalima pasiekti niekaip kitaip. Be to, toks atitikimo detalumas ir tikslumas turi vertę, kuri pranoksta jų ne visada labai didelę savaiminę reikšmę. Be specialių prietaisų, kurie sukurti iš esmės numatytoms funkcijoms, negalima gauti visiškai naujų rezultatų. Ir net kai yra tokie prietaisai, ką nors nauja paprastai atranda tik tas mokslininkas, kuris *tiksliai* žinodamas,

ko turi tikėtis, sugeba pripažinti, kad kažkas yra ne taip. Anomalija atsiranda tik paradigmos sukurtame fone. Kuo paradigma tikslesnė ir toliau siekianti, tuo jautresnį anomalijos, taigi ir poreikio pakeisti paradigmą indikatorių ji suteikia. Normaliame atradimo modelyje net pasipriešinimas yra naudingas – tai išsamiau aptarsime kitame skyriuje. Užtikrindamas, kad paradigmos nebus pernelyg lengvai atsisakyta, pasipriešinimas garantuoja, kad nebus lengva atitraukti mokslininkų dėmesį ir kad paradigmą privers pakeisti tik tos anomalijos, kurios įsiskverbs į pačią mokslinio pažinimo šerdį. Pats faktas, kad svarbios mokslo naujovės labai dažnai vienu metu atrandamos keliose laboratorijose, liudija griežtai tradicinę normalaus mokslo prigimtį ir tai, kaip visapusiškai ši tradicinė veikla parengia dirvą savo pačios pakeitimui.

VII. KRIZĖ IR MOKSLINIŲ TEORIJŲ ATSIRADIMAS

Visi šeštajame skyriuje aptarti atradimai paskatino keisti paradigmas arba prisidėjo prie jų pakeitimo. Be to, visi su šiais atradimais susiję pokyčiai buvo ir destruktyvūs, ir konstruktyvūs. Įsisavinus atradimą mokslininkai galėdavo paaiškinti platesnę gamtos reiškinių sritį arba tiksliau paaiškinti kai kuriuos iš tų reiškinių, kurie buvo žinomi anksčiau. Tačiau tam, kad būtų pasiekta ši pažanga, reikėjo atmesti kai kuriuos ankstesnius standartinius įsitikinimus ar procedūras ir kartu šiuos ankstesnės paradigmos komponentus pakeisti kitais. Aš stengiausi įrodyti, kad tokio pobūdžio pokyčiai susiję su visais normalaus mokslo atradimais, išskyrus tuos atradimus, kurie nenustebina, nes buvo numatyti, tik gal ne su visomis detalėmis. Tačiau atradimai nėra vienintelis šių destruktyvių ir kartu konstruktyvių paradigmos pakeitimų šaltinis. Šiame skyriuje mes pradėsime analizuoti panašius, bet paprastai kur kas žymesnius pokyčius, kuriuos lemia naujų teorijų sukūrimas.

Jau parodėme, kad moksluose faktas ir teorija, atradimas ir išradimas nėra kategoriškai ir visiškai atskirti, todėl gali būti, kad kai kas šiame skyriuje pakartos tai, kas jau buvo pasakyta ankstesniajame. (Nors negalima teigti, kad Priestley pirmasis atrado deguonį, o Lavoisier paskui jį išrado, toks požiūris yra patrauklus. Jau kalbėjome apie deguonį kaip apie atradimą; netrukus vėl kalbėsime apie jį kaip apie išradimą.) Analizuodami naujų teorijų atsiradimą, neišvengiamai išplėsime ir atradimo sampratą. Tačiau dalinis sutapimas nėra tapatumas. Ankstesniame skyriuje aptartos atradimų rūšys, bent jau pavieniui, nesukėlė tokių paradigmos pokyčių kaip

Koperniko, Newtono, chemijos ir Einsteino revoliucijos. Jos nesukėlė ir mažesnių, tik su atskira specialia sritimi susijusių paradigmos pokyčių, kokius sukėlė banginė šviesos teorija, dinaminė šilumos teorija ar Maxwello elektromagnetinė teorija. Kaip tokios teorijos gali kilti iš normalaus mokslo – veiklos, kuri jų siekia dar mažiau negu atradimų?

Jeigu anomalijos suvokimas turi reikšmę naujų reiškinių rūšių atsiradimui, nieko neturėtų stebinti tai, kad panašus, bet daug gilesnis suvokimas yra visų priimtinų teorijos pakeitimų prielaida. Mano manymu, istoriniai faktai vienareikšmiškai tai patvirtina. Ptolemajo astronomijos situacija prieš Koperniko atradimus buvo skandalinga[1]. Galilei'aus įnašas į judėjimo tyrinėjimus buvo glaudžiai susijęs su tais keblumais, kuriuos Aristotelio teorijoje atskleidė scholastų pateikta kritika[2]. Naujoji Newtono šviesos ir spalvų teorija atsirado nustačius, kad nė viena iš egzistuojančių ikiparadigminių teorijų negali paaiškinti spektro ilgio, o Newtono teoriją pakeitusi banginė teorija buvo paskelbta išaugus susidomėjimui anomalijomis, susijusiomis su difrakcijos ir poliarizacijos efektais, ir jų ryšiu su Newtono teorija[3]. Termodinamika gimė iš dviejų XIX a. egzistavusių fizikos teorijų kolizijos, o kvantinė mechanika – iš daugelio keblumų, susijusių su juodojo kūno spinduliavimu, specifine šiluma ir fo-

[1] A. R. Hall, *The Scientific Revolution, 1500 – 1800* (London, 1954), p. 16.

[2] Marshall Clagett, *The Science of Mechanics in the Middle Ages* (Madison, Wis., 1959), Parts II–III. A. Koyré parodė, kad Galilei'aus teorijoje yra daug iš viduramžių perimtų elementų (žr. A. Koyré, *Etudes Galiléennes* (Paris, 1939), ypač t. 1).

[3] Apie Newtoną žr.: T. S. Kuhn, „Newton's Optical Papers", in *Isaac Newton's Papers and Letters in Natural Philosophy*, ed. I. B. Cohen (Cambridge, Mass., 1958), p. 27–45. Apie banginės teorijos preliudiją žr.: E. T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, I (2d ed.; London, 1951), p. 94–109; W. Whewell, *History of the Inductive Sciences* (rev. ed.; London, 1847), II, p. 396–466.

toelektriniu efektu[4]. Be to, visais šiais atvejais, išskyrus Newtono, anomalijos suvokimas tęsėsi taip ilgai ir taip giliai įsiskverbė, kad jos paveiktas sritis pagrįstai galima apibūdinti kaip apimtas vis didėjančios krizės. Kadangi tai reikalauja iš esmės sugriauti paradigmą ir didelių poslinkių sprendžiant normalaus mokslo problemas bei kuriant metodus, naujos teorijos paprastai atsiranda tik po ryškaus profesinio netikrumo periodo. Galima numanyti, jog šį netikrumą sukelia tai, kad normaliam mokslui niekaip nepasiseka deramai išspręsti galvosūkius. Egzistuojančių taisyklių netinkamumas yra naujų taisyklių paieškos preliudija.

Pirmiausia aptarkime ypač gerai žinomą paradigmos pakeitimo atvejį – Koperniko astronomijos atsiradimą. Jos pirmtakė, Ptolemajo sistema, susiformavusi per paskutinius du amžius prieš Kristų ir pirmuosius du amžius po Kristaus, nepaprastai sėkmingai numatė žvaigždžių ir planetų padėties pasikeitimus. Šiuo atžvilgiu ji buvo pranašesnė už visas kitas senovės sistemas. Žvaigždėms Ptolemajo astronomija ir šiandien plačiai tebetaikoma kaip techninė aproksimacija. Planetų padėties pasikeitimus Ptolemajas numatė ne prasčiau už Koperniką. Tačiau tai, kad mokslinė teorija ką nors paaiškina nepaprastai sėkmingai, nereiškia, kad jai visada pasiseka viską paaiškinti. Ptolemajo sistema pagrįsti planetų padėties ir ekvinokcijų precesijos numatymai niekada visiškai neatitiko tiksliausiai atliktų stebėjimų. Tolesnės pastangos sumažinti šiuos nežymius skirtumus daugeliui Ptolemajo sekėjų iškėlė daug principinių normalaus astronomijos mokslo problemų, lygiai kaip panašios pastangos dangaus stebėjimus suderinti su Newtono teorija XVIII a. Newtono sekėjams iškėlė daug su normaliu moksliniu tyri-

[4] Apie termodinamiką žr.: Silvanus P. Thompson, *Life of William Thomson Baron Kelvin of Largs* (London, 1910), I, p. 266–281. Apie kvantinę teoriją žr.: Fritz Reiche, *The Quantum Theory*, trans. H. S. Hatfield and H. L. Brose (London, 1922), chaps. I–II.

nėjimu susijusių problemų. Kurį laiką astronomai turėjo rimtą pagrindą manyti, kad šios pastangos bus tokios pat sėkmingos kaip ir tos, kurios įgalino sukurti Ptolemajo sistemą. Astronomams nuolat pavykdavo eliminuoti atskirus neatitikimus šiek tiek pakoreguojant Ptolemajo koncentrinių orbitų sistemą. Tačiau po kurio laiko mokslininkas, žvelgdamas į galutinius daugelio astronomų normalių tyrinėjimų rezultatus, galėjo įsitikinti, kad painiava astronomijoje didėjo kur kas sparčiau negu jos tikslumas ir kad, pakoregavus neatitikimą vienoje vietoje, jis atsirasdavo kitoje[5].

Dėl to, kad astronomijos tradicija ne kartą buvo pažeista išorinių veiksnių, taip pat dėl to, kad nebuvo spaudos ir tai apribojo astronomų bendravimą, šie sunkumai buvo įsisąmoninami lėtai. Tačiau pagaliau jie buvo įsisąmoninti. XIII a. Alfonsas X galėjo paskelbti, kad jeigu kurdamas visatą Dievas būtų pasitaręs su juo, būtų gavęs gerą patarimą. XVI a. Koperniko kolega Domenico da Novara teigė, kad tokia gremėzdiška ir netiksli sistema kaip Ptolemajo negali teisingai atspindėti gamtos. Ir pats Kopernikas savo veikalo *De revolutionibus* įžangoje rašė, kad jo paveldėta astronomijos tradicija galiausiai sukūrė tik pseudomokslą. XVI a. pradžioje vis daugiau žymiausių Europos astronomų suvokė, kad astronomijos paradigma negali būti sėkmingai taikoma jos pačios tradicinėms problemoms. Šis suvokimas paskatino Koperniką atmesti Ptolemajo paradigmą ir ieškoti naujos. Jo garsioji įžanga tebėra vienas iš klasikinių krizinės situacijos aprašymų[6].

Normalaus mokslo techninis nepajėgumas išspręsti galvosūkius, be abejo, yra ne vienintelis astronomijos krizės, su kuria susidūrė Kopernikas, elementas. Aptariant ją plačiau,

[5] J. L. E. Dreyer, *A History of Astronomy from Thales to Kepler* (2d ed.; New York, 1953), chaps. XI–XII.

[6] T. S. Kuhn, *The Copernican Revolution* (Cambridge, Mass., 1957), p. 135–143.

reikia kalbėti ir apie socialinį poreikį reformuoti kalendorių – dėl to pasidarė ypač aktualu išspręsti precesijos galvosūkį. Be to, išsamesnis aiškinimas turi atsižvelgti į viduramžiais vyravusią Aristotelio kritiką, į neoplatonizmo sustiprėjimą Renesanso epochoje ir į kitus svarbius istorinius momentus. Tačiau techninis nepajėgumas vis tiek yra krizės šerdis. Brandžiame moksle – o astronomija tokia tapo antikos laikais – nuo išorinių veiksnių, tokių kaip čia minėtieji, iš esmės priklauso, kada pasireiškia tas nepajėgumas, ar jis lengvai atpažįstamas ir kokioje srityje (dėl to, kad į ją ypač sutelktas dėmesys) pirmiausia išryškėja. Nors tokio pobūdžio klausimai nepaprastai svarbūs, jie nėra šios apybraižos objektas.

Kadangi Koperniko revoliucijos atvejis daugiau ar mažiau aiškus, pereikime prie kito, visiškai kitokio pavyzdžio – prie krizės, vyravusios iki Lavoisier degimo kaip jungimosi su deguonimi teorijos. XVIII a. aštuntajame dešimtmetyje daugelis veiksnių sukėlė chemijos krizę, bet istorikai anaiptol nesutaria tiek dėl jų prigimties, tiek dėl santykinės svarbos. Tačiau du iš jų paprastai laikomi pačiais svarbiausiais: tai pneumatinės chemijos atsiradimas ir svorio santykių klausimas. Pneumatinės chemijos istorija prasidėjo XVII a. sukūrus oro siurblį ir pradėjus jį naudoti chemijos eksperimentuose. Kitame amžiuje naudodami šį siurblį ir daugelį kitų pneumatinių prietaisų chemikai vis aiškiau suprato, kad oras tikriausiai yra aktyvus cheminių reakcijų ingredientas. Tačiau išskyrus keletą išimčių – jos tokios abejotinos, kad vargu ar gali būti laikomos išimtimis, – chemikai ir toliau buvo įsitikinę, kad oras yra tik dujų rūšis. Iki 1756 metų, kai Josephas Blackas parodė, kad sunkųjį orą (CO_2) galima nuosekliai atskirti nuo paprasto oro, buvo manoma, kad du dujų mėginiai gali skirtis tik savo priemaišomis[7].

[7] J. R. Partington, *A Short History of Chemistry* (2d ed.; London, 1951), p. 48–51, 73–85, 90–120.

Po to, kai Blackas paskelbė savo darbą, dujų tyrimai vyko sparčiai, ypač prie to prisidėjo Cavendishas, Priestley ir Scheele, sukūrę daug naujų metodų, įgalinusių atskirti vieną dujų mėginį nuo kito. Visi šie mokslininkai, pradedant Blacku ir baigiant Scheele, tikėjo flogistono teorija ir dažnai rėmėsi ja modeliuodami ir interpretuodami eksperimentus. Iš tiesų Scheele pirmasis gavo deguonį atlikęs eilę kruopščiai parengtų eksperimentų, kurių tikslas buvo pašalinti iš šilumos flogistoną. Tačiau bendras jų eksperimentų rezultatas buvo tokia sudėtinga dujų mėginių ir dujų savybių įvairovė, kad flogistono teorija vis menkiau įstengė paaiškinti laboratorinį patyrimą. Nors nė vienas iš šių chemikų nemanė, kad teoriją reikia pakeisti, jie negalėjo jos nuosekliai taikyti. Tuo metu, kai XVIII a. aštuntojo dešimtmečio pradžioje Lavoisier pradėjo savo eksperimentus su oru, buvo beveik tiek pat flogistono teorijos variantų, kiek ir pneumatinės chemijos atstovų[8]. Toks teorijos variantų gausėjimas yra labai įprastas krizės simptomas. Kopernikas savo įžangoje taip pat tuo skundėsi.

Tačiau tai, kad flogistono teorija darėsi vis neaiškesnė ir vis mažiau tiko pneumatinei chemijai, nebuvo vienintelis krizės, su kuria susidūrė Lavoisier, šaltinis. Jam taip pat labai rūpėjo paaiškinti, kodėl padidėja daugelio deginamų ar kaitinamų kūnų svoris, ir ši problema irgi turi ilgą priešistorę. Bent keletas arabų chemikų žinojo, kad kai kurių kaitinamų metalų svoris padidėja. XVII a. kai kurie tyrinėtojai iš to fakto padarė išvadą, kad kaitinamas metalas prisijungia kažkokį ingredientą iš atmosferos. Tačiau XVII a. daugumai chemikų tokia išvada neatrodė būtina. Jeigu cheminės reakcijos gali keisti ingredientų tūrį,

[8] Daug medžiagos šia tema galima rasti J. R. Partingtono ir D. McKie darbe, nors jie daugiausia nagrinėja šiek tiek vėlesnį periodą. Žr.: J. R. Partington and Douglas McKie, „Historical Studies on the Phlogiston Theory", *Annals of Science*, II (1937), p. 361–404; III (1938), p. 1–58, 337–371; IV (1939), p. 337–371.

spalvą ir struktūrą, kodėl jos negalėtų pakeisti ir svorio? Svoris ne visada buvo laikomas medžiagos kiekio matu. Be to, svorio padidėjimas kaitinant buvo pavienis reiškinys. Dauguma gamtinių kūnų (pavyzdžiui, medis) kaitinami netenka svorio, kaip, pasak vėlesnės flogistono teorijos, ir turi būti.

Tačiau XVIII a. šie iš pradžių visiškai patenkinę svorio didėjimo problemos paaiškinimai darėsi vis mažiau priimtini. Iš dalies dėl to, kad svarstyklės vis dažniau buvo naudojamos kaip įprastas chemiko įrankis, iš dalies dėl to, kad dėl pneumatinės chemijos išsivystymo pasidarė įmanoma ir pageidautina išlaikyti dujinius reakcijų produktus, chemikai atskleisdavo vis daugiau atvejų, kai kaitinant svoris didėdavo. Kartu laipsniškas Newtono gravitacijos teorijos įsigalėjimas paskatino chemikus teigti, kad svorio padidėjimas turi reikšti medžiagos kiekio padidėjimą. Šios išvados nevertė atsisakyti flogistono teorijos, nes šią teoriją daugeliu būdų buvo galima suderinti su jomis. Galbūt flogistonas turi neigiamą svorį, ar galbūt ugnies dalelės ar dar kas nors įsiskverbia į kaitinamą kūną, kai tik flogistonas jį palieka. Buvo ir kitokių paaiškinimų. Tačiau nors svorio didėjimo problema nepriverte atmesti flogistono teorijos, vis daugėjo specialių mokslinių darbų, kuriuose ši problema buvo labai svarbi. Vienas iš jų, „Apie flogistoną kaip substanciją, turinčią svorį, [analizuojamą] remiantis jo sukeliamais kūnų, su kuriais jis jungiasi, svorio pakitimais“, buvo perskaitytas Prancūzijos akademijoje 1772 metų pradžioje, o tų pačių metų pabaigoje Lavoisier perdavė Akademijos sekretoriui savo garsiąsias užantspauduotas pastabas. Iki to laiko, kai buvo parašytos šios pastabos, problema, nedavusi ramybės chemiko sąmonei, daugelį metų buvo tapusi aktualiu neišspręstu galvosūkiu[9]. Siekiant ją įveikti, bu-

[9] H. Guerlac, *Lavoisier – the Crucial Year* (Ithaca, N. Y., 1961). Visoje knygoje dokumentuotai atskleidžiama krizės evoliucija ir pirmasis jos įsisąmoninimas. Aiškų su Lavoisier susijusios situacijos apibūdinimą žr. p. 35.

vo sukurta daug skirtingų flogistono teorijos variantų. Kaip ir pneumatinės chemijos problemų atveju, dėl svorio didėjimo problemų vis sunkiau buvo suprasti, kas yra flogistono teorija. Nors XVIII a. chemijos paradigma vis dar buvo pripažįstama ir ja pasitikėta kaip tyrimo priemone, vis dėlto ji pamažu ėmė prarasti vienintelės statusą. Ja grindžiami tyrimai vis labiau priminė tyrimą, atliekamą vadovaujant ikiparadigminio periodo konkuruojančioms mokykloms, – tai tipiškas krizės padarinys.

Dabar aptarkime trečiąjį, paskutinį pavyzdį – XIX a. pabaigos fizikos krizę, kuri parengė dirvą reliatyvumo teorijos atsiradimui. Vieną šios krizės šaltinių galima sieti su XVII a. pabaiga, kai daugelis natūrfilosofų, ypač Leibnizas, kritikavo Newtoną už tai, kad jis išsaugojo sumodernintą klasikinės absoliutinės erdvės sampratos variantą[10]. Jiems beveik pavyko parodyti, nors ir ne visais atžvilgiais, kad absoliutinės padėtys ir absoliutiniai judėjimai Newtono sistemoje neatliko jokios funkcijos; be to, jie išsakė užuominas, kad visiškai reliatyvistinė erdvės ir laiko samprata estetiškai būtų kur kas patrauklesnė, ir vėliau tai atsiskleidė. Tačiau jų kritika buvo grynai loginė. Kaip ir ankstyvieji Koperniko šalininkai, kritikavę Aristotelio pateiktus įrodymus, kad Žemė nejuda, jie neįsivaizdavo, kad perėjimas prie reliatyvistinės teorijos galėtų turėti praktinių pasekmių. Savo pažiūrų jie jokiu aspektu nesiejo su problemomis, kylančiomis taikant Newtono teoriją gamtai. Taigi jų pažiūros mirė kartu su jais pirmaisiais XVIII a. dešimtmečiais ir vėl buvo atgaivintos tik paskutiniais XIX a. dešimtmečiais, kai jų santykis su fizikos praktika pasidarė visiškai kitoks.

Techninės problemos, su kuriomis galiausiai turėjo būti susieta reliatyvistinė erdvės filosofija, pripažinus banginę

[10] Max Jammer, *Concepts of Space: The History of Theories of Space in Physics* (Cambridge, Mass., 1954), p. 114–124.

šviesos teoriją maždaug po 1815 metų pradėjo skverbtis į normalų mokslą, tačiau iki paskutinio dešimtmečio jos nesukėlė krizės. Jeigu šviesa yra bangų judėjimas, sklindantis mechaniniame eteryje ir paklūstantis Newtono dėsniams, tada ir dangaus reiškinių stebėjimas, ir žemės sąlygomis atliekamas eksperimentas potencialiai gali aptikti dreifą eteryje. Iš dangaus reiškinių stebėjimų tik aberacijos stebėjimai žadėjo pateikti pakankamai tikslią informaciją, ir todėl aptikti eterio dreifą atliekant aberacijos matavimus tapo pripažinta normalaus mokslinio tyrimo problema. Jai išspręsti buvo sukonstruota daug specialių prietaisų. Tačiau šiais prietaisais nebuvo aptikta jokio pastebimo dreifo, todėl eksperimentatoriai ir stebėtojai problemą perdavė teoretikams. Amžiaus viduryje Fresnelis, Stokesas ir kiti sugalvojo daug eterio teorijos variantų, turėjusių paaiškinti, kodėl nepavyko pastebėti dreifo. Kiekvienas iš šių variantų rėmėsi prielaida, kad judantis kūnas traukia paskui save eterio dalelę. Ir kiekvienas iš jų gana sėkmingai paaiškino ne tik dangaus stebėjimų, bet ir žemėje atliktų eksperimentų, tarp jų ir garsiojo Michelsono ir Morley eksperimento, neigiamus rezultatus[11]. Konflikto vis dar nebuvo, išskyrus skirtingų aiškinimų konfliktą. Kadangi nebuvo tinkamos technikos eksperimentams atlikti, šis konfliktas niekada netapo aštrus.

Situacija vėl pasikeitė tik paskutiniais dviem XIX a. dešimtmečiais, kai buvo pripažinta Maxwello elektromagnetinė teorija. Pats Maxwellas buvo Newtono šalininkas, įsitikinęs, kad šviesos ir elektromagnetizmo reiškinius apskritai lemia kintamos mechaninio eterio dalelių slinktys. Jo pirmieji elektros ir magnetizmo teorijos variantai tiesiogiai rėmėsi hipotetinėmis savybėmis, kurias jis priskyrė šiai ap-

[11] Joseph Larmour, *Aether and Matter ... Including a Discussion of the Influence of the Earth's Motion on Optical Phenomena* (Cambridge, 1900), p. 6–20, 320–322.

linkai. Iš galutinio teorijos varianto jos buvo pašalintos, bet jis vis dar tikėjo, kad jo elektromagnetinė teorija suderinama su tam tikra Newtono mechaninio požiūrio formuluote[12]. Jo ir jo sekėjų uždavinys buvo pateikti tinkamą formuluotę. Tačiau paaiškėjo, kaip ne kartą buvo atsitikę mokslo raidoje, kad praktiškai pateikti reikalingą formuluotę yra nepaprastai sunku. Kaip Koperniko astronomijos metmenys, nepaisant autoriaus optimizmo, sukėlė vis stiprėjančią egzistavusių judėjimo teorijų krizę, taip Maxwello teorija, nepaisant jos niutoniškos kilmės, galiausiai lėmė paradigmos, iš kurios ji buvo kilusi, krizę[13]. Be to, krizė aštriausiai pasireiškė tuo klausimu, kuris buvo susijęs su mūsų ką tik aptartomis problemomis – judėjimo eterio atžvilgiu problemomis.

Maxwello pateiktas judančių kūnų elektromagnetinio elgesio aiškinimas neatsižvelgė į eterio vilkimą, ir įjungti tokį vilkimą į jo teoriją buvo labai sunku. Atsitiko taip, kad daugybė anksčiau atliktų stebėjimų, turėjusių aptikti dreifą eteryje, tapo anomalijomis. Todėl po 1890 metų buvo atlikta daugybė bandymų, tiek eksperimentinių, tiek teorinių, aptikti judėjimą eterio atžvilgiu ir įtraukti vilkimą į Maxwello teoriją. Pirmieji buvo vienodai nesėkmingi, nors kai kurie tyrinėtojai savo rezultatus laikė abejotinais. Teoriniai bandymai, ypač Lorentzo ir Fitzgeraldo, buvo daug žadanti pradžia, bet jie kartu atskleidė ir kitus galvosūkius, ir galiausiai ėmė rastis vis daugiau konkuruojančių teorijų, o tai mes anksčiau apibūdinome kaip krizės požymį[14]. Kaip tik tokiomis

[12] R. T. Glazebrook, *James Clerk Maxwell and Modern Physics* (London, 1896), chap. IX. Galutinį Maxwello požiūrį galima rasti jo paties knygoje: *A Treatise on Electricity and Magnetism* (3d ed.; Oxford, 1892), p. 470.

[13] Apie astronomijos vaidmenį mechanikos raidoje žr.: Kuhn, *op. cit.*, chap. VII.

[14] Whittaker, *op. cit.*, I, p. 386–410; II (London, 1953), p. 27–40.

istorinėmis aplinkybėmis 1905 metais atsirado Einsteino specialioji reliatyvumo teorija.

Šie trys pavyzdžiai beveik visiškai tipiški. Kiekvienu atveju nauja teorija atsirado tik po to, kai normali su problemų sprendimu susijusi veikla patyrė ryškias nesėkmes. Be to, išskyrus Koperniko atvejį, kur mokslo atžvilgiu išoriniai veiksniai suvaidino itin didelį vaidmenį, šis nepajėgumas ir teorijų gausėjimas, kuris yra jo simptomas, išryškėjo tik prieš dešimtmetį ar du iki naujos teorijos suformulavimo. Atrodo, kad nauja teorija yra tiesioginė reakcija į krizę. Taip pat pažymėsime, nors tai galbūt nėra taip tipiška, kad visos problemos, kurių atžvilgiu išryškėjo teorijos nepajėgumas, buvo seniai pripažinto pobūdžio. Ankstesnė normalaus mokslo praktika davė visokeriopą pagrindą laikyti jas išspręstomis ar beveik išspręstomis, ir tai padeda paaiškinti, kodėl patirta nesėkmė taip giliai išgyvenama. Nesėkmė sprendžiant naujos rūšies problemą dažnai sukelia nusivylimą, bet niekada nenustebina. Nei problemos, nei galvosūkiai dažniausiai iš karto nepasiduoda. Pagaliau visiems šiems pavyzdžiams būdingas dar vienas bruožas, galintis išryškinti krizės vaidmenį: kiekvieno iš jų sprendimas bent iš dalies buvo numatytas tuo periodu, kai atitinkamas mokslas nepatyrė jokios krizės, tačiau kol nebuvo krizės, šios anticipacijos buvo ignoruojamos.

Vienintelė išsami ir kartu geriausiai žinoma anticipacija priklauso Aristarchui, kuris III a. pr. Kr. numatė Koperniko sistemą. Dažnai sakoma, kad jeigu graikų mokslas nebūtų buvęs toks griežtai dedukcinis ir būtų mažiau laikęsis dogmų, heliocentrinė astronomija būtų galėjusi pradėti formuotis aštuoniolika amžių anksčiau[15]. Tačiau taip kalbant visiškai

[15] Apie Aristarcho darbą žr.: T. L. Heath, *Aristarchus of Samos: The Ancient Copernicus* (Oxford, 1913), Part II. Apie tradicinio Aristarcho pasiekimų nepaisymo kraštutinę išraišką žr.: Arthur Koestler, *The Sleepwalkers: A History of Man's Changing Vision of the Universe* (London, 1959), p. 50.

ignoruojamas istorinis kontekstas. Kai Aristarchas išsakė savo spėjimą, kur kas priimtinesnė geocentrinė sistema neturėjo tokių problemų, kurias tariamai būtų padėjusi išspręsti heliocentrinė sistema. Visa Ptolemajo astronomijos raida, ir jos triumfas, ir nepajėgumas, sietina su laikotarpiu, prasidėjusiu po to, kai Aristarchas pateikė savo idėją. Be to, nebuvo akivaizdaus pagrindo rimtai žiūrėti į Aristarchą. Net Koperniko pateiktos nuodugniau išplėtotos idėjos nebuvo nei paprastesnės, nei tikslesnės už Ptolemajo sistemą. Kaip paaiškės toliau, stebėjimai, kuriuos to meto sąlygomis buvo įmanoma atlikti, nedavė pagrindo rinktis iš jų. Tokiomis aplinkybėmis vienas iš veiksnių, paskatinusių astronomus pripažinti Koperniko teoriją (ir negalėjęs jų paskatinti pripažinti Aristarcho idėją), buvo įsisąmoninta krizė, kuri pirmiausia ir lėmė naujos teorijos atsiradimą. Ptolemajo astronomijai nepasisekė išspręsti savo problemų, taigi atėjo laikas suteikti progą jos konkurentei. Kiti du mūsų pateikti pavyzdžiai nėra tokios išsamios anticipacijos. Tačiau viena iš priežasčių, kodėl teorijos, aiškinusios, jog degimas vyksta absorbuojant iš atmosferos deguonį, kurias XVII a. išplėtojo Rey, Hooke'as ir Mayow, nebuvo deramai išgirstos, buvo ta, kad jos nebuvo susijusios su pripažintais normalaus mokslo praktikos sunkumais[16]. Iš esmės dėl panašaus nusišalinimo XVIII ir XIX a. mokslininkai ilgai nekreipė dėmesio į reliatyvistinę Newtono kritiką.

Mokslo filosofai ne kartą parodė, kad tam tikro duomenų viseto pagrindu visada galima sukurti daugiau negu vieną teorinį konstruktą. Mokslo istorija liudija, kad ypač ankstyvosiose naujos paradigmos raidos stadijose kurti tokias alternatyvas nėra labai sunku. Tačiau kaip tik išradinėti alternatyvas mokslininkai imasi retai, išskyrus ikiparadigminį jų mokslo raidos laikotarpį ir labai specialius jo toles-

[16] Partington, *op. cit.*, p. 78–85.

nio vystymosi atvejus. Kol paradigmos teikiamomis priemonėmis galima išspręsti jos keliamas problemas, mokslas vystosi sparčiausiai ir patikimai taikydamas šias priemones giliausiai įsiskverbia. Priežastis aiški. Moksle, kaip ir gamyboje, instrumentų pakeitimas yra kraštutinė priemonė, laikoma tiems atvejams, kai tikrai yra neišvengiama. Krizė parodo, kad metas keisti instrumentus atėjo, – tuo ji ir reikšminga.

VIII. REAKCIJA Į KRIZĘ

Dabar tarkime, kad krizės yra būtina naujų teorijų atsiradimo prielaida, o paskui išsiaiškinkime, kaip mokslininkai į jas reaguoja. Iš dalies į šį klausimą galima atsakyti pirmiausia nurodant, ko mokslininkai niekada nedaro net susidūrę su stipriomis ir ilgai trunkančiomis anomalijomis (tai ne tik akivaizdu, bet ir labai svarbu). Nors jie gali pamažu prarasti pasitikėjimą paradigma ir imti svarstyti alternatyvas, jie neatsisako paradigmos, dėl kurios pateko į krizę. Kitaip tariant, jie nelaiko anomalijų kontrpavyzdžiais, nors mokslo filosofijos žodyne jos yra kaip tik tai. Šis apibendrinimas iš dalies yra tiesiog istorinio fakto konstatavimas, pagrįstas tokiais pavyzdžiais, kuriuos pateikėme anksčiau ir kuriuos plačiau aptarsime toliau. Jie bendrais bruožais atspindi tai, ką tolesnė paradigmos analizė atskleis išsamiau: įgijusi paradigmos statusą, mokslinė teorija paskelbiama negaliojančia tik tuo atveju, jeigu alternatyvi teorija yra tinkama užimti jos vietą. Iki šiol mokslo raidos istoriniai tyrinėjimai neatskleidė nė vieno proceso, kuris primintų metodologinį teorijos falsifikavimo tiesiogiai lyginant ją su gamta stereotipą. Ši pastaba nereiškia, kad mokslininkai neatsisako mokslinių teorijų ar kad patyrimas ir eksperimentas nėra esmingai susiję su šio atsisakymo procesu. Tačiau ji reiškia – ir tai galų gale bus svarbiausias momentas, – kad sprendimo aktas, paskatinantis mokslininkus atsisakyti anksčiau priimtos teorijos, visuomet remiasi ne vien šios teorijos gretinimu su pasauliu. Sprendimas atsisakyti vienos paradigmos visuomet kartu yra sprendimas priimti kitą, ir procesas, kuriuo prieinamas šis sprendimas, apima paradigmų lyginimą su gamta *ir* vienos su kita.

Be to, yra ir antra priežastis abejoti, kad mokslininkai atsisako paradigmų susidūrę su anomalijomis ar kontrpavyzdžiais. Šios priežasties analizė bus nuoroda į kitą pagrindinę šios apybraižos tezę. Anksčiau aptartos abejonių priežastys buvo grynai faktinės, tai yra jos pačios buvo kontrpavyzdžiai vyraujančios epistemologinės teorijos atžvilgiu. Jeigu mano požiūris teisingas, kaip kontrpavyzdžiai jos geriausiu atveju gali padėti sukurti krizę arba, kalbant tiksliau, sustiprinti jau prasidėjusią. Pačios savaime jos negali paneigti ir nepaneigs šios filosofinės teorijos, nes jos gynėjai darys tai, ką, kaip mes jau matėme, mokslininkai daro susidūrę su anomalija. Jie sugalvos daugybę savo teorijos interpretacijų ir modifikacijų *ad hoc*, kad eliminuotų akivaizdų prieštaravimą. Daug atitinkamų modifikacijų ir išlygų faktiškai jau yra pateikta literatūroje. Taigi jeigu šie epistemologiniai kontrpavyzdžiai turi tapti kai kuo daugiau nei nereikšminga paskata, taip atsitiks dėl to, kad jie padeda atsirasti naujai ir kitokiai mokslo analizei, kurios kontekste jie nebėra keblumų šaltinis. Be to, jeigu čia galima taikyti tipišką mokslo revoliucijų modelį, kurį vėliau aptarsime, šios anomalijos nebeatrodys paprasti faktai. Naujos mokslinio pažinimo teorijos požiūriu jie veikiau gali atrodyti labai panašūs į tautologijas, teiginius apie situacijas, kurių neįmanoma įsivaizduoti kitaip.

Pavyzdžiui, ne kartą buvo pastebėta, kad nors suformuluoti antrajam Newtono judėjimo dėsniui prireikė šimtmečius trukusių keblių faktinių ir teorinių tyrinėjimų, Newtono teorijos šalininkai jį traktuoja iš esmės kaip grynai loginį teiginį, kurio jokie stebėjimai negali paneigti[1]. Dešimtajame skyriuje pamatysime, kad chemijos pastovių santykių dėsnis, kuris iki Daltono buvo atsitiktinai aptiktas eksperimentais ir kurio visuotinumas buvo labai abejotinas, po Daltono atlik-

[1] Žr. samprotavimus kn.: N. R. Hanson, *Patterns of Discovery* (Cambridge, 1958), p. 99–105.

tų tyrimų tapo cheminio junginio apibrėžimo sudedamąja dalimi, ir joks eksperimentinis darbas pats savaime negalėjo jo paneigti. Kažkas panašaus atsitiks ir su apibendrinimu, kad mokslininkams nepavyksta atsisakyti paradigmos susidūrus su anomalijomis ar kontrpavyzdžiais. Jie negalėtų tai padaryti ir vis dėlto likti mokslininkais.

Be abejo, kai kurie mokslininkai, neįstengę atlaikyti krizės, buvo priversti palikti mokslą, nors istorija neišsaugojo jų vardų. Kaip ir menininkai, kūrybingi mokslininkai kartais turi sugebėti išgyventi suirusiame pasaulyje, – kitur šią būtinybę aš apibūdinau kaip moksliniam darbui būdingą „esminę įtampą"[2]. Tačiau toks mokslo atsisakymas dėl kitos veiklos, mano manymu, yra vienintelis paradigmos atsisakymo būdas, kuriam gali paskatinti patys kontrpavyzdžiai. Suradus pirmąją paradigmą, kuria vadovaujamasi analizuojant gamtą, nebegali būti tyrinėjimo be paradigmos. Jeigu paradigmos atsisakoma kartu nepakeičiant jos kita, vadinasi, atsisakoma paties mokslo. Šis aktas meta šešėlį ne paradigmai, bet mokslininkui. Kolegos neišvengiamai jį laikys „dailide, suverčiančiu kaltę įrankiams".

Tą patį požiūrį bent jau taip pat efektyviai galima suformuluoti ir atvirkščiai: negali būti mokslinio tyrinėjimo be kontrpavyzdžių. Juk kas skiria normalų mokslą nuo krizės ištikto mokslo? Žinoma, ne tai, kad pirmasis nesusiduria su kontrpavyzdžiais. Priešingai, tai, ką mes anksčiau pavadinome galvosūkiais, iš kurių susideda normalus mokslas, egzistuoja tik todėl, kad nė viena paradigma, sudaranti mokslinio tyrimo

[2] T. S. Kuhn, „The Essential Tension: Tradition and Innovation in Scientific Research", in *The Third (1959) University of Utah Research Conference on the Identification of Creative Scientific Talent*, ed. Calvin W. Taylor (Salt Lake City, 1959), p. 162–177. Apie panašų reiškinį meno pasaulyje žr.: Frank Barron, „The Psychology of Imagination", *Scientific American*, CXCIX (September, 1958), p. 151–166, ypač p. 160.

pagrindą, niekada neišsprendžia visiškai visų jo problemų. Nedaugelis paradigmų, kurios atrodė tai padarančios (pavyzdžiui, geometrinė optika), netrukus apskritai liovėsi kelti problemas moksliniam tyrinėjimui ir tapo taikomųjų mokslų įrankiais. Kiekviena problema (išskyrus grynai instrumentines), kurią normalus mokslas laiko galvosūkiu, kitu požiūriu gali būti traktuojama kaip kontrpavyzdys, taigi kaip krizės šaltinis. Kopernikas laikė kontrpavyzdžiais tai, ką daugelis kitų Ptolemajo sekėjų laikė galvosūkiais, atsirandančiais stengiantis suderinti stebėjimus su teorija. Lavoisier laikė kontrpavyzdžiu tai, kas Priestley'ui atrodė sėkmingai išspręstas galvosūkis, susijęs su flogistono teorija. O Einsteinas laikė kontrpavyzdžiais tai, ką Lorentzas, Fitzgeraldas ir kiti traktavo kaip galvosūkius, susijusius su Newtono ir Maxwello teorijomis. Be to, net krizė pati savaime galvosūkių nepaverčia kontrpavyzdžiais. Tarp jų nėra griežtos skiriamosios linijos. Priešingai, dėl paradigmos variantų gausėjimo krizė taip susilpnina normalaus galvosūkių sprendimo taisykles, kad galiausiai leidžia atsirasti naujai paradigmai. Mano nuomone, yra tik dvi alternatyvos: arba nė viena mokslinė teorija niekada nesusiduria su kontrpavyzdžiais, arba visos tokios teorijos visą laiką susiduria su kontrpavyzdžiais.

Ar ši situacija galėtų atrodyti kitaip? Toks klausimas verstų leistis į istorinę ir kritinę filosofinių problemų analizę, tačiau jos nėra šios apybraižos tema. Bet mes galime nurodyti bent dvi priežastis, kodėl mokslas laikomas tinkama visuotinės taisyklės, kad teisingumas ar klaidingumas vienareikšmiškai nustatomas lyginant teiginį su faktu, iliustracija. Normalus mokslas turi nuolat siekti ir siekia, kad teorija kuo tiksliau atitiktų faktus, ir šią veiklą lengvai galima traktuoti kaip patikrinimą arba patvirtinimo ar paneigimo ieškojimą. Tačiau jos tikslas yra išspręsti galvosūkį, o kad jis egzistuotų, būtina tarti, jog paradigma galioja. Jei nepasiseka rasti sprendimą, tai diskredituoja tik mokslininką, bet ne teoriją. Čia net dar labiau tinka minėtoji patarlė: „Prastas tas dailidė,

kuris verčia kaltę įrankiams". Be to, mokslo dėstymo būdas, supinantis teorijos aptarimą su pastabomis apie jos taikymo pavyzdžius, padeda sustiprinti teorijos patvirtinimą, anksčiau perimtą daugiausia iš kitų šaltinių. Vadovėlį skaitantis žmogus teorijos pritaikymus lengvai gali palaikyti jos įrodymais, pagrindu tikėti ja, nors tam nėra nė menkiausios priežasties. Tačiau studijuojantieji mokslą priima teorijas remdamiesi mokytojo ar vadovėlio autoritetu, o ne jų įrodymais. Kokias alternatyvas ar galimybes jie turi? Mokslo taikymo pavyzdžiai vadovėliuose pateikiami ne kaip įrodymai, bet kadangi jų mokymasis yra susijęs su paradigmos mokymusi paplitusios praktikos pagrindu. Jeigu taikymai būtų išdėstyti kaip įrodymai, tuomet jei vadovėliuose nebūtų pasiūlytos alternatyvios interpretacijos ar aptartos problemos, kurių paradigminių sprendimų mokslininkams nepasisekė rasti, jų autorius reikėtų apkaltinti kraštutiniu šališkumu. Tačiau tokiam kaltinimui nėra nė menkiausio pagrindo.

Taigi grįžkime prie pradinio klausimo – kaip mokslininkai reaguoja, kai paaiškėja, kad teorija tam tikru atveju neatitinka gamtos? Tai, kas ką tik buvo pasakyta, rodo, kad net kur kas didesni neatitikimai, nei išryškėję kitais teorijos taikymo atvejais, nebūtinai sukelia labai stiprią reakciją. Visuomet yra kokių nors neatitikimų. Net tie, kuriuos sunkiausia įveikti, paprastai galų gale suderinami su normalia mokslo praktika. Labai dažnai mokslininkai linkę palaukti, ypač jeigu kitose srityse yra daug problemų, kurias galima išspręsti. Pavyzdžiui, jau minėjome, kad šešiasdešimt metų po pradinių Newtono apskaičiavimų numatytasis Mėnulio perigėjaus poslinkis sudarė tik pusę stebimojo. Geriausi Europos matematinės fizikos specialistai nesėkmingai stengėsi įveikti gerai žinomą neatitikimą, ir kartais pasigirsdavo siūlymų modifikuoti Newtono atvirkštinių kvadratų dėsnį. Tačiau niekas į šiuos siūlymus nežiūrėjo rimtai, ir toks kantrumas didelės anomalijos atžvilgiu praktiškai pasiteisino. 1750 metais Clairaut sugebėjo parodyti, kad klaidingas bu-

vo tik matematinis taikymo metodas ir kad Newtono teorija gali likti kokia buvusi[3]. Net tokiais atvejais, kur klaida atrodo neįmanoma (tikriausiai dėl to, kad matematinis aparatas yra paprastesnis arba geriau žinomas ir kitur pasiteisinęs), nuolat pasireiškianti ir pripažinta anomalija ne visuomet sukelia krizę. Niekas rimtai neginčijo Newtono teorijos, nors seniai buvo žinoma, kad esama neatitikimų tarp šia teorija grindžiamų numatymų ir garso greičio ir Merkurijaus judėjimo. Pirmasis neatitikimas galiausiai ir visiškai netikėtai buvo pašalintas eksperimentais su šiluma, kurių buvo imtasi visai kitu tikslu; antrasis išnyko sukūrus bendrąją reliatyvumo teoriją po krizės, kurios atsiradimui jis neturėjo jokios įtakos[4]. Matyt, nė vienas iš šių neatitikimų nebuvo pakankamai fundamentalus, kad sukeltų krizei būdingus keblumus. Juos buvo galima pripažinti kontrpavyzdžiais ir atidėti į šalį vėlesniam laikui.

Vadinasi, jeigu anomalija turi sukelti krizę, paprastai ji turi būti kai kas daugiau nei tik anomalija. Stengiantis suderinti paradigmą su gamta, visuomet iškyla keblumų; dauguma jų anksčiau ar vėliau pašalinami, dažnai tokiais procesais, kurių nebuvo galima numatyti. Mokslininkas, kuris nutraukia savo darbą, kad ištirtų kiekvieną pastebėtą anomaliją, retai padaro ką nors reikšminga. Todėl turime paklausti, kodėl būtent anomalija atrodo verta sutelktos analizės, tačiau tikriausiai nėra visiškai bendro atsakymo į šį klausimą. Mūsų jau aptarti atvejai yra tipiški, bet vargu ar pamokomi. Kartais anomalija aiškiai vers suabejoti eksplicitiniais ir funda-

[3] W. Whewell, *History of the Inductive Sciences* (rev. ed.; London, 1847), II, p. 220–221.

[4] Apie garso greitį žr.: T. S. Kuhn, „The Caloric Theory of Adiabatic Compression", *Isis*, XLIV (1958), p. 136–137. Apie sekuliarinį Merkurijaus perihelio poslinkį žr.: E. T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, II (London, 1953), p. 151, 179.

mentaliais paradigmos apibendrinimais, kaip eterio vilkimo problema paskatino suabejoti tuos, kurie priėmė Maxwello teoriją. Arba, kaip kopernikiškosios revoliucijos atveju, anomalija, akivaizdžiai neturinti fundamentalios reikšmės, gali sukelti krizę, jeigu taikymai, kuriems ji tampa kliūtimi, yra praktiškai svarbūs, šiuo atveju – kalendoriaus sukūrimui ir astrologijai. Arba, kaip atsitiko XVIII a. chemijoje, normalaus mokslo vystymasis anomaliją, kuri iš pradžių kėlė tik apmaudą, gali paversti krizės šaltiniu: svorio santykių problema išplėtojus pneumatinės chemijos metodus įgijo visiškai kitokį statusą. Matyt, yra dar ir kitų aplinkybių, dėl kurių anomalija tampa ypač aktuali, ir paprastai susideda keletas jų. Pavyzdžiui, jau nurodėme, kad vienas iš krizės, su kuria susidūrė Kopernikas, šaltinių buvo tiesiog ilgai užsitęsęs laikotarpis, kai astronomai nesėkmingai stengėsi sumažinti išlikusius Ptolemajo sistemos neatitikimus.

Kai dėl šių ar kitų panašių priežasčių anomalija tampa šiuo tuo daugiau nei dar vienu normalaus mokslo galvosūkiu, prasideda perėjimas į krizę ir į ekstraordinarinį mokslą. Dabar šios mokslo srities atstovai visuotiniau pripažįsta anomaliją kaip tokią. Vis daugiau žymiausių šios srities mokslininkų skiria jai vis daugiau dėmesio. Jeigu jos niekaip nepavyksta pašalinti, nors taip būna retai, daugeliui jų jos išsprendimas tampa jų disciplinos objektu. Jiems ši sritis niekada nebeatrodys tokia pati kaip anksčiau. Tai iš dalies lemia tiesiog mokslinės analizės sutelkimas į naują dalyką. Dar svarbesnis pasikeitimo šaltinis yra skirtinga daugelio dalinių sprendimų, atsiradusių dėl visuotinio dėmesio šiai problemai, prigimtis. Pirmieji bandymai išspręsti sunkiai įveikiamą problemą atliekami gana tiksliai laikantis paradigmos nustatytų taisyklių. Tačiau jeigu jie nepavyksta, stengiantis susidoroti su problema vis dažniau pasitelkiami daugiau ar mažiau pakoreguoti paradigmos variantai; visi jie nepanašūs vienas į kitą, kiekvienas iš dalies pavykęs, tačiau nė vienas nėra toks patenkinamas, kad

grupės būtų priimtas kaip paradigma. Dėl tokio skirtingų paradigmos variantų gausėjimo (vis dažniau juos galima apibūdinti kaip pritaikymą *ad hoc*) normalaus mokslo taisyklės vis labiau išskinda. Nors paradigma tebeegzistuoja, nedaug tyrinėtojų visiškai sutaria dėl jos. Suabejojama net tais problemų sprendimais, kurie anksčiau buvo laikomi standartiniais.

Kai situacija tampa labai opi, su ja susiję mokslininkai kartais ją pripažįsta. Kopernikas skundėsi, jog to meto astronomai buvo tokie „nenuoseklūs atlikdami [astronominius] tyrimus ..., kad net negalėjo paaiškinti ar pastebėti pastovios metų periodo trukmės". „Juos, – tęsė jis, – galima palyginti su menininku, kuris surinktų rankas, kojas, galvą ir kitas savo kūrinių dalis iš skirtingų modelių; kiekviena dalis puikiai nupiešta, bet nepriklauso tam pačiam kūnui, ir kadangi jos nedera tarpusavyje, tai bus greičiau monstras, o ne žmogus."[5] Einsteinas, prisilaikydamas tuo metu paplitusios ne tokios įmantrios kalbos vartosenos, parašė tik tiek: „Atrodė, tarsi žemė išslydo iš po kojų, ir niekur nesimatė tvirto pagrindo, ant kurio būtų galima statyti."[6] O Wolfgangas Pauli likus keliems mėnesiams iki Heisenbergo straipsnio apie matricų mechaniką, nurodžiusio kelią į naują kvantinę teoriją, pasirodymo draugui rašė: „Šiuo metu fizika vėl baisiai supainiota. Šiaip ar taip, ji man per sunki; geriau jau būčiau filmuose vaidinantis komikas ar kas nors panašaus ir niekada nebūčiau nieko girdėjęs apie fiziką." Šis pareiškimas atrodys ypač įspūdingas, jei palyginsime jį su Pauli'o žodžiais, pasakytais maždaug po penkių mėnesių: „Heisenbergo mechanikos tipas vėl suteikė man viltį ir gyvenimo džiaugsmą.

[5] Cit. pagal: T. S. Kuhn, *The Copernican Revolution* (Cambridge, Mass., 1957), p. 138.

[6] Albert Einstein, „Autobiographical Note", in *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, ed. P. A. Schilpp (Evanston, Ill., 1949), p. 45.

Žinoma, jis nepateikia mįslės sprendimo, tačiau aš tikiu, kad vėl galima eiti į priekį."[7]

Tokie atviri mokslo nepajėgumo pripažinimai yra nepaprastai reti, tačiau krizės padariniai nevisiškai priklauso nuo sąmoningo jos pripažinimo. Ką galime pasakyti apie šiuos padarinius? Atrodo, tik du iš jų yra visuotiniai. Visos krizės prasideda nuo to, kad paradigma pasidaro neaiški, o šis neaiškumas išklibina normalaus mokslinio tyrimo taisykles. Šiuo atžvilgiu krizės laikotarpiu moksliniai tyrinėjimai labai primena ikiparadigminio periodo tyrinėjimus, išskyrus tai, kad pirmuoju atveju skirtumų reiškimosi sritis yra siauresnė ir aiškiau apibrėžta. Visos krizės baigiasi vienu iš trijų būdų. Kartais normalus mokslas galų gale įrodo galįs išspręsti krizę sukėlusią problemą, nepaisant nevilties tų, kurie ją laikė egzistuojančios paradigmos pabaiga. Kitais atvejais problemos negalima išspręsti net radikaliai naujais būdais. Tuomet mokslininkai gali padaryti išvadą, kad esant dabartinei jų srities situacijai joks sprendimas nebus rastas. Problema glaustai apibūdinama ir atidedama į šalį, paliekama būsimai kartai, kuri turės tobulesnius instrumentus. Pagaliau krizė gali baigtis naujos pretendentės į paradigmos vietą atsiradimu ir tolesne kova dėl jos priėmimo, – šis atvejis mus čia labiausiai domins, ir mes jį plačiai aptarsime tolesniuose skyriuose, tačiau užbaigdami šias pastabas apie krizinės situacijos evoliuciją ir anatomiją turime iš anksto pasakyti kai ką iš to, apie ką kalbėsime vėliau.

Krizės periodu perėjimas nuo vienos paradigmos prie naujos, iš kurios gali rastis nauja normalaus mokslo tradicija, anaiptol nepanašus į kumuliacijos procesą, susijusį su

[7] Ralph Kronig, „The Turning Point", in *Theoretical Physics in the Twentieth Century: A Memorial Volume to Wolfgang Pauli*, ed. M. Fierz and V. F. Weisskopf (New York, 1960), p. 22, 25–26. Šiame straipsnyje plačiai aprašoma kvantinės mechanikos krizė, kilusi prieš pat 1925 metus.

senosios paradigmos koregavimu ar išplėtimu. Veikiau tai yra srities rekonstravimas remiantis naujais pagrindais, rekonstravimas, pakeičiantis kai kuriuos šios srities elementariausius teorinius apibendrinimus, taip pat daugelį paradigminių metodų ir paradigmos taikymų. Pereinamuoju laikotarpiu problemos, kurias galima išspręsti remiantis senąja paradigma ir remiantis naująja paradigma, dideliu mastu sutampa, tačiau nevisiškai. Be to, ryškiai skiriasi sprendimo būdai. Pasibaigus perėjimui specialistai pakeičia savo požiūrį į tiriamąją sritį, jos metodus ir tikslus. Vienas įžvalgus istorikas, analizuodamas klasikinį mokslo perorientavimo pasikeitus paradigmai atvejį, neseniai rašė, kad tai yra „lazdos paėmimas už kito galo", procesas, apimantis „to paties, kaip ir anksčiau, duomenų viseto nagrinėjimą, bet įjungus juos į naują tarpusavio santykių sistemą, visiškai kitoje struktūroje"[8]. Kiti istorikai, pastebėję šį mokslo raidos aspektą, pabrėžė jo panašumą į regimojo vaizdo (gestalt) pasikeitimą: štrichai popieriuje, kurie iš pradžių atrodė vaizduojantys paukštį, dabar atrodo vaizduojantys antilopę, arba atvirkščiai[9]. Tačiau ši paralelė gali suklaidinti. Mokslininkai nemato ko nors *kaip* ko nors kito, jie tiesiog mato tai. Mes jau aptarėme kai kurias problemas, atsiradusias dėl teiginio, kad Priestley deguonį palaikė oru, kuriame nėra flogistono. Be to, mokslininkas negali savo valia pakeisti geštalto ir pereiti nuo vieno matymo būdo prie kito. Vis dėlto geštalto pakeitimas, ypač dėl to, kad šiandien jis taip gerai žinomas, yra naudingas elementarus to, kas vyksta visiško paradigmos pakeitimo atveju, prototipas.

Anksčiau išsakyta prielaida gali padėti mums suvokti krizę kaip būdingą naujų teorijų atsiradimo preliudiją, ypač kadangi

[8] Herbert Butterfield, *The Origins of Modern Science, 1300 – 1800* (London, 1949), p. 1–7.

[9] Hanson, *op. cit.*, chap. I.

mes jau aptarėme tą patį, tik mažesnio masto procesą analizuodami atradimus. Kadangi atsiradusi nauja teorija nutraukia senąją mokslinės praktikos tradiciją ir įdiegia naują, kuri vadovaujasi kitomis taisyklėmis ir kitoje samprotavimų srityje, ji, matyt, atsiranda tik tada, kai senoji tradicija atveda į aklavietę. Tačiau ši pastaba yra tik krizinės situacijos tyrimo preliudija, ir, deja, jos keliami klausimai priklauso daugiau psichologo, o ne istoriko kompetencijai. Kas yra ekstraordinarinis tyrimas? Kaip anomalija tampa dėsninga? Kaip elgiasi mokslininkai, supratę, kad fundamentali klaida yra įsivėlusi tame lygmenyje, kurį nagrinėti įgytas išsimokslinimas jų neparengė? Šiuos klausimus reikia išanalizuoti kur kas nuodugniau, ir ne vien istoriniu požiūriu. Tolesni samprotavimai neišvengiamai bus preliminarūs ir ne tokie išsamūs kaip anksčiau išsakytieji.

Dažnai nauja paradigma ar bent jau jos užuomazga atsiranda tada, kai krizė dar nėra toli pažengusi ar aiškiai pripažinta. Kaip tik toks pavyzdys yra Lavoisier darbai. Jo užantspauduotos pastabos buvo atiduotos saugoti Prancūzijos akademijai praėjus mažiau nei metams po pirmojo nuodugnaus svorio santykių tyrimo flogistono teorijoje ir iki to, kai Priestley'o publikacijos atskleidė visą pneumatinės chemijos krizės mastą. Arba štai pirmieji Thomo Youngo pranešimai apie banginę šviesos teoriją pasirodė pačioje optikos krizės pradžioje, – ši krizė būtų likusi beveik nepastebėta, jeigu be jokios Youngo pagalbos per dešimtmetį po pirmųjų jo publikacijų nebūtų peraugusi į tarptautinį mokslinį skandalą. Tokiais atvejais galima pasakyti tik tiek, jog pakako nereikšmingo paradigmos nepajėgumo ir pirmųjų ja grindžiamų normalaus mokslo taisyklių išskydimo požymių, kad kas nors visiškai naujai pažvelgtų į šią sritį. Tai, kas įsiterpia tarp pirmojo keblumų suvokimo ir galimos alternatyvos atpažinimo, iš esmės turėtų vykti nesąmoningai.

Tačiau kitais atvejais – pavyzdžiui, Koperniko, Einsteino ir šiuolaikinės branduolio teorijos – nuo pirmojo paradigmos nepajėgumo suvokimo iki naujos paradigmos atsiradimo pra-

eina daug laiko. Kai tai atsitinka, istorikas gali įžvelgti bent jau keletą užuominų apie tai, kas yra ekstraordinarinis mokslas. Susidūręs su pripažinta fundamentalia teorijos anomalija, mokslininkas dažnai pirmiausia stengsis ją tiksliau išskirti ir suteikti jai struktūrą. Nors ir suvokdamas, kad normalaus mokslo taisyklės dabar negali būti visiškai teisingos, jis bruks jas dar atkakliau nei anksčiau, kad įsitikintų, kur ir kiek jos gali praversti keblumų sudarančioje srityje. Kartu jis ieškos būdų sustiprinti senosios paradigmos nepajėgumą, padaryti jį ryškesnį ir galbūt įtaigesnį nei tada, kai jis pasireiškė eksperimentuose, kurių rezultatas buvo laikomas iš anksto žinomu. Ir šito siekdamas jis labiau atitiks mūsų sąmonėje vyraujantį mokslininko vaizdinį nei kuriuo nors kitu poparadigminės mokslo raidos periodu. Pirmiausia jis dažnai atrodys kaip žmogus, kuris tyrinėja atsitiktinai, atlieka eksperimentus, kad pamatytų, kas atsitiks, ieško reiškinių, kurių prigimties negali tiksliai įspėti. Kadangi joks eksperimentas neįsivaizduojamas be kokios nors teorijos, krizės laikotarpiu mokslininkas kartu nuolat stengsis kurti spekuliatyvias teorijas, kurios, jeigu pasiseks, gali atverti kelią naujai paradigmai, o nesėkmės atveju gali būti palyginti lengvai atmestos.

Keplerio pateiktos žinios apie ilgai trukusias pastangas ištirti Marso judėjimą ir Priestley'o reakcijos į naujų dujų gausėjimą aprašymas yra klasikiniai labiau atsitiktinių tyrimų, kuriems paskatina anomalijos suvokimas, pavyzdžiai[10]. Tačiau, ko gero, geriausias iliustracijas pateikia šiuolaikiniai lauko teorijos ir elementariųjų dalelių tyrimai. Jeigu ne krizė, privertusi išsiaiškinti normalaus mokslo taisyklių galiojimo ribas, ar

[10] Apie Keplerio atliktus Marso tyrinėjimus žr.: J. L. E. Dreyer, *A History of Astronomy from Thales to Kepler* (2d ed.; New York, 1953), p. 380–393. Nepaisant pasitaikančių netikslumų, Dreyerio konspektas pateikia šiuo atveju reikalingą medžiagą. Apie Priestley žr. jo paties veikalus, ypač: J. Priestley, *Experiments and Observations on Different Kinds of Air* (London, 1774–1775).

būtų pateisinamos milžiniškos pastangos, kurių prireikė atrasti neutrinui? Arba jeigu tam tikru neaiškiu atveju nebūtų akivaizdžiai sulaužytos taisyklės, ar būtų buvusios pateiktos ir patikrintos radikalios hipotezės apie lyginumo tvermės dėsnio negaliojimą? Kaip ir daugelis kitų paskutinio dešimtmečio fizikos tyrimų, šie eksperimentai iš dalies buvo pastangos lokalizuoti ir apibrėžti vis dar išsklidusio anomalijų viseto šaltinį.

Tokio pobūdžio ekstraordinarinis tyrimas dažnai, tačiau anaiptol ne visada, būna susijęs su kitokio pobūdžio tyrimu. Mano manymu, ypač pripažintos krizės periodais mokslininkai imasi filosofinės analizės kaip priemonės įminti savo srities mįslėms. Apskritai mokslininkai neturi ir nenori būti filosofais. Iš tiesų normalus mokslas paprastai laikosi atstu nuo kūrybinės filosofijos, ir tikriausiai dėl svarių priežasčių. Kiek normalus tiriamasis darbas gali būti atliekamas vadovaujantis paradigma kaip modeliu, nebūtina, kad taisyklės ir prielaidos būtų pateiktos eksplicitiškai. Penktajame skyriuje pažymėjome, kad nebūtinai turi egzistuoti visas taisyklių visetas, kurio siekia filosofinė analizė. Tačiau tai nereiškia, kad prielaidų (net ir neegzistuojančių) paieškos negali būti veiksmingas būdas susilpninti tradicijos įtaką protui ir sudaryti pagrindą naujai tradicijai. Neatsitiktinai Newtono fizikos atsiradimas XVII a. ir reliatyvumo teorijos bei kvantinės mechanikos atsiradimas XX a. buvo susiję su fundamentalia filosofine tuometinės mokslinio tyrinėjimo tradicijos analize[11]. Taip pat neatsitiktinai abiem šiais periodais vadinamasis mintinis eksperimentas turėjo lemiamą įtaką tyrinėjimų pažangai. Kaip parodžiau kitoje vietoje, analitinio mintinio eksperimento, kuris toks svarbus Galilei'aus, Einsteino, Bohro ir kitų darbuose, tikslas yra palyginti senąją paradig-

[11] Apie priešingus filosofinius požiūrius, lydėjusius mechanikos raidą XVII a., žr.: René Dugas, *La mécanique au XVII^e siècle* (Neuchatel, 1954), ypač sk. IX. Apie panašius XIX a. epizodus žr. ankstesnę to paties autoriaus knygą: René Dugas, *Histoire de la mécanique* (Neuchatel, 1950), p. 419–443.

mą su egzistuojančiu pažinimu ir aiškiai atskleisti krizės šaknis, ko neįmanoma pasiekti laboratorijoje[12].

Pavieniui ar drauge plėtojant šias ekstraordinarines procedūras gali atsitikti dar vienas dalykas. Dėl to, kad mokslininkai sutelkia dėmesį į siaurą problemišką sritį, o mokslinis mąstymas yra pasirengęs pripažinti eksperimentines anomalijas tokias, kokios jos yra, krizė dažnai paskatina daug naujų atradimų. Mes jau nurodėme, kaip dėl krizės įsisąmoninimo Lavoisier su deguonimi susiję tyrinėjimai skiriasi nuo Priestley'o; ir deguonis buvo ne vienintelės naujos dujos, kurias chemikai, žinodami apie anomaliją, sugebėjo atrasti remdamiesi Priestley'o darbais. Kita vertus, prieš pat banginės šviesos teorijos atsiradimą ir jos formavimosi metu sparčiai daugėjo naujų optikos atradimų. Kai kurie iš jų, pavyzdžiui, atspindžio poliarizacija, buvo atsitiktinumų, kurių visuomet pasitaiko sutelktai dirbant problemiškoje srityje, rezultatas. (Malusas, kuris padarė šį atradimą, kaip tik buvo pradėjęs rengti Akademijos paskelbtam konkursui darbą apie dvigubą refrakciją – buvo plačiai žinoma, kad šis klausimas yra nepakankamai ištirtas.) Kiti, pavyzdžiui, šviesos dėmės atradimas apskrito disko metamo šešėlio centre, buvo numatyti remiantis nauja hipoteze, ir jų įgyvendinimas padėjo transformuoti šią hipotezę į paradigmą, kuria buvo vadovaujamasi tolesniame darbe. Dar kiti, pavyzdžiui, įbrėžimų ir storų plokštelių spalvotumas, buvo dažnai matyti ir anksčiau retkarčiais minimi reiškiniai, bet, kaip ir Priestley'o deguonis, jie buvo sutapatinti su gerai žinomais reiškiniais, ir tai trukdė įžvelgti jų tikrąją esmę[13]. Panašiai galima įvertinti

[12] T. S. Kuhn, „A Function for Thought Experiments", in *Mélanges Alexandre Koyré*, ed. R. Taton and I. B. Cohen (Paris, 1963).

[13] Apie naujus optikos atradimus apskritai žr.: V. Ronchi, *Histoire de la lumière* (Paris, 1956), chap. VII. Kaip anksčiau buvo aiškinamas vienas iš šių reiškinių, žr.: J. Priestley, *The History and Present State of Discoveries Relating to Vision, Light and Colours* (London, 1772), p. 498–520.

daugelį atradimų, kurie maždaug nuo 1895 metų nuolat lydėjo kvantinės mechanikos formavimąsi.

Gali būti ir kitų ekstraordinarinio tyrimo apraiškų ir padarinių, bet šioje srityje mes dar tik pradėjome kelti klausimus, į kuriuos reikia atsakyti. Tačiau šiuo metu tai tikriausiai nėra būtina. Ankstesnės pastabos turėjo pakankamai aiškiai parodyti, kaip krizė išklibina stereotipus ir kartu suteikia papildomų duomenų, reikalingų fundamentaliam paradigmos pakeitimui. Kartais naujos paradigmos forma jau glūdi toje struktūroje, kurią anomalijai suteikia ekstraordinarinis tyrimas. Einsteinas rašė, kad dar neturėdamas jokio klasikinės mechanikos pakaitalo jis galėjo įžvelgti žinomų anomalijų – juodojo kūno spinduliavimo, fotoelektrinio efekto ir specifinių šilumų – tarpusavio ryšį[14]. Dažniausiai tokia struktūra sąmoningai iš anksto neįžvelgiama. Priešingai, nauja paradigma arba tinkami plėtoti jos apmatai atsiranda staiga, kartais viduryje nakties, giliai krizės paveikto mokslininko galvoje. Kokia yra šios galutinės stadijos prigimtis, kaip individas atranda (arba supranta atradęs) naują būdą sutvarkyti duomenis, kurie dabar jau sudaro vieną visumą, čia liks neišaiškinta, ir galbūt taip bus visada. Čia pažymėsime tik vieną dalyką. Beveik visada žmonės, kurie sukuria fundamentaliai naują paradigmą, yra arba labai jauni, arba naujokai toje srityje, kurios paradigmą jie pakeičia[15]. Ir šito tikriausiai nereikia plačiau aiškinti, nes akivaizdu, kad tie žmonės, menkai saistomi ankstesnės praktikos ir tradicinių normalaus mokslo taisyklių, greičiau už kitus pamatys, jog pagal tas taisykles nebeįmanoma žaisti, ir sugalvos kitas, galinčias jas pakeisti.

[14] Einstein, *loc. cit.*

[15] Šis jaunystės vaidmens fundamentaliuose moksliniuose tyrimuose apibendrinimas taip paplitęs, kad tapo klišė. Be to, pakanka žvilgtelėti į kone bet kurį mokslinės teorijos fundamentalių pasiekimų sąrašą, ir šis įspūdis pasitvirtins. Vis dėlto šį apibendrinimą būtina sistemingai

Perėjimas prie naujos paradigmos yra mokslo revoliucija – galų gale mes esame pasirengę tiesiogiai imtis šios temos. Tačiau pirmiausia nurodysime vieną paskutinį ir, ko gero, sunkiai pagaunamą aspektą, kuriuo paskutiniuose trijuose skyriuose pateikta medžiaga parengė tam dirvą. Iki šeštojo skyriaus, kuriame pirmą kartą buvo pavartota anomalijos sąvoka, terminai „revoliucija" ir „ekstraordinarinis mokslas" galėjo atrodyti ekvivalentiški. Dar svarbiau tai, kad galėjo atrodyti, jog abu šie terminai nereiškia nieko daugiau kaip „nenormalus mokslas", – bent jau kai kuriems skaitytojams galėjo užkliūti toks loginis ratas. Tačiau praktiškai nėra ko nerimauti. Netrukus įsitikinsime, kad panašus loginis ratas būdingas mokslinėms teorijoms. Taigi mes įvardijome jį, nesvarbu, ar jis trikdo mus, ar ne. Šiame ir dviejuose ankstesniuose apybraižos skyriuose buvo atskleista daug normalios mokslinės veiklos nuosmukio kriterijų, kurie visai nepriklauso nuo to, ar nuosmukį lydi revoliucija. Susidūrę su anomalija ar krize, mokslininkai laikosi skirtingų požiūrių į egzistuojančias paradigmas, ir priklausomai nuo to keičiasi jų tyrinėjimų prigimtis. Konkuruojančių variantų gausėjimas, pasiryžimas išmėginti bet ką, atviras nepasitenkinimo reiškimas, ieškojimas filosofijos pagalbos ir fundamentalių teiginių svarstymas – visa tai yra perėjimo nuo normalaus tyrimo prie ekstraordinarinio simptomai. Normalaus mokslo samprata labiau remiasi šių simptomų, o ne revoliucijų egzistavimu.

ištirti. Daug naudingų duomenų pateikia Harvey C. Lehmanas (*Age and Achievement*, Princeton, 1953), tačiau jis savo studijoje nesistengia išskirti tų pasiekimų, kurie susiję su fundamentalia rekonceptualizacija. Be to, jo nedomina ypatingos aplinkybės, jeigu tokių esama, kurios gali lemti mokslininkų produktyvumą vyresniame amžiuje.

IX. MOKSLO REVOLIUCIJŲ PRIGIMTIS IR BŪTINUMAS

Šios pastabos leidžia mums pagaliau aptarti problemas, kurias nurodo pats šios apybraižos pavadinimas. Kas yra mokslo revoliucijos ir kokia jų funkcija mokslo raidoje? Didele dalimi į šiuos klausimus jau buvo atsakyta ankstesniuose skyriuose. Pavyzdžiui, ankstesnė analizė parodė, kad mokslo revoliucijomis čia laikomi tokie nekumuliatyvios mokslo raidos epizodai, kai senoji paradigma visiškai ar iš dalies pakeičiama nauja, nesuderinama su senąja. Tačiau tuo dar ne viskas pasakyta, svarbūs dalykai paaiškės atsakius į tokį klausimą: kodėl paradigmos pakeitimą turėtume vadinti revoliucija? Kadangi esama didžiulių ir esminių politinės ir mokslo raidos skirtumų, koks paralelizmas gali pateisinti metaforą, ir vienoje, ir kitoje įžvelgiančią revoliucijas?

Vienas paralelizmo aspektas jau turi būti akivaizdus. Politinės revoliucijos prasideda, kai vis aiškiau suvokiama (dažnai tai būdinga tik tam tikrai politinės bendruomenės daliai), kad egzistuojančios institucijos adekvačiai nebeišsprendžia problemų, kurias kelia iš dalies jų pačių sukurta aplinka. Labai panašiai mokslo revoliucijos prasideda tada, kai vis aiškiau suvokiama (tai taip pat dažnai būdinga tik siaurai mokslinės bendruomenės grupei), kad egzistuojanti paradigma adekvačiai nebefunkcionuoja tiriant tą gamtos aspektą, prie kurio anksčiau ji pati nutiesė kelią. Ir politinės, ir mokslo raidos atvejais revoliucijos prielaida yra funkcionavimo sutrikimo, galinčio sukelti krizę, suvokimas. Be to, šis paralelizmas galioja ne tik esminiams paradigmos pakeitimams, tokiems, kokie priskiriami Kopernikui ir Lavoisier, bet ir kur kas menkesniems, susijusiems su naujų reiškinių, pavyzdžiui, deguo-

nies ar rentgeno spindulių, įtraukimu, nors tai, žinoma, yra metaforos pritempimas. Kaip pažymėjome penktojo skyriaus pabaigoje, mokslo revoliucijos turi atrodyti revoliucijos tik tiems, kurių paradigmas jos paveikia. Pašaliečiams jos, kaip ir revoliucijos Balkanuose XX a. pradžioje, gali atrodyti normalūs raidos proceso elementai. Pavyzdžiui, astronomai rentgeno spindulių atradimą galėjo traktuoti kaip paprastą žinių pagausėjimą, nes naujos rūšies spinduliavimo egzistavimas neturėjo įtakos jų paradigmai. Tačiau tokiems mokslininkams kaip Kelvinas, Crookesas ir Roentgenas, kurių moksliniai tyrinėjimai buvo susiję su spinduliavimo teorija ar su elektroniniais vamzdžiais, rentgeno spindulių atradimas neišvengiamai sugriovė vieną paradigmą ir sukūrė kitą. Štai kodėl šie spinduliai galėjo būti atrasti tik tada, kai normalus tyrimas atsidūrė aklavietėje.

Šis genetinis politinės ir mokslo raidos paralelės aspektas nebeturėtų kelti jokių abejonių. Tačiau paralelė turi kitą, gilesnį aspektą, nuo kurio priklauso pirmojo reikšmė. Politinės revoliucijos siekia pakeisti politines institucijas pačių šių institucijų draudžiamais būdais. Todėl kad jos pavyktų, būtina iš dalies atsisakyti vienos institucijų sistemos ir pakeisti ją kita, o tuo tarpu visuomenė apskritai nėra visiškai valdoma institucijų. Iš pradžių būtent krizė susilpnina politinių institucijų vaidmenį, kaip, jau matėme, ji susilpnina paradigmų vaidmenį. Vis daugiau žmonių vis labiau nusišalina nuo politinio gyvenimo, ir jų elgesys jo kontekste darosi vis labiau neįprastas. Krizei gilėjant, daugelis šių žmonių imasi rengti tam tikrą konkretų visuomenės pertvarkymo į naują institucinę struktūrą planą. Tuomet visuomenė pasidalija į tarpusavyje kovojančias stovyklas arba partijas: viena siekia išsaugoti senąsias institucijas, kitos siekia įsteigti kai kurias naujas. Kai įvyksta tokia poliarizacija, *rasti politinę išeitį tampa nebeįmanoma*. Kadangi į revoliucinį konfliktą įsijungiančios partijos nesutaria dėl institucinės terpės, kurioje turi būti įvykdyti ir įvertinti politiniai pertvarkymai, ir nepripažįsta

jokios antinstitucinės struktūros, kuri išspręstų revoliuciją sukėlusius nesutarimus, jos galų gale turi griebtis priemonių įtikinti mases, o dažnai ir jėgos. Nors revoliucijos vaidino gyvybiškai svarbų vaidmenį politinių institucijų evoliucijoje, šis vaidmuo priklauso nuo to, kad politikos ar institucijų atžvilgiu jos iš dalies yra išoriniai įvykiai.

Toliau šioje apybraižoje siekiama parodyti, kad istorinė paradigmos pakeitimo analizė atskleidžia labai panašius mokslų evoliucijos bruožus. Vienos iš konkuruojančių paradigmų pasirinkimas, kaip ir kurios nors iš konkuruojančių politinių institucijų pasirinkimas, yra vieno iš nesuderinamų bendruomenės gyvenimo būdų pasirinkimas. Dėl tokio savo pobūdžio pasirinkimas nėra ir negali būti determinuojamas vien vertinamųjų normalaus mokslo procedūrų, nes jos iš dalies priklauso nuo konkrečios paradigmos, o ši paradigma yra ginčų objektas. Kai paradigmos dalyvauja, kaip ir turi būti, ginčuose dėl paradigmos pasirinkimo, jų vaidmuo neišvengiamai yra loginis ratas. Kiekviena grupė remiasi savo paradigma stengdamasi apginti šią paradigmą.

Žinoma, dėl šio loginio rato argumentai netampa klaidingi ar net bergždi. Mokslininkas, kuris pateikia paradigmą kaip prielaidą dėstydamas argumentus jai apginti, vis dėlto gali aiškiai parodyti, kokia bus mokslinio tyrinėjimo praktika perėmus naująjį požiūrį į gamtą. Tokia demonstracija gali būti be galo įtikinama, dažnai tiesiog nepaprastai. Tačiau toks argumentavimas, kad ir koks jis būtų įtaigus, yra tik įtikinėjimas. Jis negali būti loginiu ar net tikimybiniu požiūriu įtikinamas tiems, kurie atsisako įžengti į šį ratą. Dviejų ginče dėl paradigmų dalyvaujančių partijų bendros prielaidos ir vertybės yra nepakankamai plačios šiam tikslui pasiekti. Tiek politinėse revoliucijose, tiek pasirenkant paradigmą nėra aukštesnio kriterijaus už suinteresuotos bendruomenės pritarimą. Todėl kad atskleistume, kaip vyksta mokslo revoliucijos, turėsime analizuoti ne tik gamtos ir logikos įtaką, bet ir įtikinėjimo metodus,

veiksmingus tam tikrose grupėse, sudarančiose mokslininkų bendruomenę.

Kad išsiaiškintume, kodėl paradigmos pasirinkimo klausimas negali būti vienareikšmiškai išspręstas vien pasitelkus logiką ir eksperimentą, turime glaustai aptarti skirtumų, kurie tradicinės paradigmos gynėjus skiria nuo revoliucingų jų įpėdinių, prigimtį. Tokia analizė yra svarbiausias šio ir kito skyrių objektas. Tačiau mes jau nurodėme daug tokių skirtumų pavyzdžių, ir niekam nekyla abejonių, kad istorija gali pateikti dar daug kitų. Galima suabejoti ne jų egzistavimu, bet veikiau tuo, kad tokie pavyzdžiai suteikia svarbios informacijos apie mokslo prigimtį, todėl šitai reikia aptarti pirmiausia. Net jeigu paradigmos atsisakymas yra istorinis faktas, ar jis parodo ką nors daugiau nei žmonių lengvatikybę ir susipainiojimą? Ar esama vidinių priežasčių, kodėl pripažinus naują reiškinių rūšį ar naują mokslinę teoriją reikėtų atsisakyti senosios paradigmos?

Pirmiausia pažymėsime, kad jeigu yra tokių priežasčių, jos kyla ne iš loginės mokslinio pažinimo struktūros. Iš esmės naujas reiškinys gali atsirasti nesugriaudamas jokios ankstesnės mokslinės praktikos dalies. Nors gyvybės atradimas Mėnulyje šiandien sugriautų egzistuojančias paradigmas (tai, ką jos teigia mums apie Mėnulį, atrodo nesuderinama su gyvybės egzistavimu jame), tačiau gyvybės atradimas kurioje nors mažiau žinomoje galaktikos dalyje jų nesugriautų. Juo labiau nauja teorija neturi prieštarauti savo pirmtakėms. Ji gali būti susijusi tik su tais reiškiniais, kurie anksčiau nebuvo žinomi, – pavyzdžiui, kvantinė teorija analizuoja (daugiausia, bet ne išimtinai) subatominius reiškinius, apie kuriuos iki XX a. nieko nežinota. Arba nauja teorija gali būti tiesiog aukštesnio lygio už ankstesnes, tokia teorija, kuri sujungia visą grupę žemesnio lygio teorijų jų iš esmės nepakeisdama. Šiandien energijos tvermės teorija būtent taip susieja dinamiką, chemiją, elektrą, optiką, šilumos teoriją ir t. t. Galima įsivaizduoti ir kitokių ryšių, kurie suderina senas ir naujas

teorijas. Istoriniame mokslo raidos procese galima rasti visų jų pavyzdžių. Jeigu egzistuotų tik tokie ryšiai, mokslo raida būtų grynai kumuliatyvi. Naujos reiškinių rūšys tiesiog atskleistų tvarką, būdingą tam tikram gamtos aspektui, kur anksčiau jos niekas nepastebėjo. Mokslo evoliucijoje naujas pažinimas pakeistų nežinojimą, o ne kitokios rūšies ir su naujuoju nesuderinamą pažinimą.

Žinoma, mokslas (arba kuri nors kita veikla, galbūt ne tokia efektyvi) gali vystytis tokiu grynai kumuliatyviu būdu. Daugelis žmonių buvo įsitikinę, kad taip ir yra, o dauguma, atrodo, vis dar mano, kad žinių kaupimas yra bent jau idealas, kuris būtų įgyvendintas istorinės raidos procese, jeigu žmogaus subjektyvumas jo taip dažnai neiškreiptų. Esama svarbių priežasčių tuo tikėti. Dešimtajame skyriuje parodysime, kaip glaudžiai požiūris į mokslą kaip į kumuliaciją susipynęs su dominuojančia epistemologija, pažinimą laikančia konstrukcija, kurią protas kuria tiesiogiai remdamasis neapdorotais jusliniais duomenimis. O vienuoliktajame skyriuje aptarsime, kaip ši istoriografinė schema tvirtai palaikoma efektyvios mokomosios veiklos priemonėmis. Vis dėlto, nors toks idealus vaizdinys yra nepaprastai įtikinamas, yra rimtas pagrindas suabejoti, ar tai gali būti *mokslo* vaizdinys. Pasibaigus ikiparadigminiam periodui, visų naujų teorijų ir beveik visų naujų reiškinių rūšių asimiliavimas iš esmės neišvengiamai sugriauna ankstesnę paradigmą ir sukelia konkuruojančių mokslinės minties mokyklų konfliktą. Paprasta nenumatytų naujovių kumuliacija yra beveik nepasitaikanti dėsningos mokslo raidos išimtis. Tam, kuris rimtai analizuoja istorinius faktus, turi kilti įtarimas, kad mokslas nesiorientuoja į tą idealą, kurį mums perša jo kumuliatyvaus pobūdžio vaizdinys. Tikriausiai tai yra kitokio pobūdžio veikla.

Tačiau jeigu neginčijami faktai gali nuvesti mus taip toli, pakartotinai įsigilinę į jau aprėptą sritį galime pamatyti, kad paprasta naujovių kumuliacija ne tik faktiškai retai pasitaiko, bet iš esmės yra neįmanoma. Normalaus mokslinio tyri-

mo, kuris *yra* kumuliatyvus, sėkmė priklauso nuo mokslininkų gebėjimo nuolat atrinkti problemas, kurias galima išspręsti konceptualinėmis ir instrumentinėmis priemonėmis, artimomis jau egzistuojančioms. (Štai kodėl pernelyg didelis susidomėjimas taikomosiomis problemomis nekreipiant dėmesio į jų ryšį su egzistuojančiu pažinimu ir technika gali taip lengvai sulaikyti mokslo plėtrą.) Jeigu žmogus stengiasi išspręsti egzistuojančio pažinimo ir technikos iškeltas problemas, vadinasi, jis ne šiaip sau žvalgosi. Jis žino, ką nori pasiekti, ir tuo vadovaudamasis kuria instrumentus ir nukreipia savo mąstymą. Nenumatyta naujovė, naujas atradimas gali atsirasti tik tada, jeigu jis klaidingai numatė gamtos reiškinius ir pasirinko netinkamus instrumentus. Pati padaryto atradimo svarba dažnai bus proporcinga jį pranašavusios anomalijos mastui ir neįveikiamumui. Tad akivaizdu, kad turi kilti konfliktas tarp anomaliją atskleidusios paradigmos ir tos, kuri anomaliją padaro dėsningą. Šeštajame skyriuje aptarti atradimų, susijusių su paradigmos sugriovimu, pavyzdžiai nėra paprasti istoriniai atsitiktinumai. Nėra jokio kito veiksmingo būdo daryti atradimus.

Tie patys argumentai netgi dar akivaizdžiau tinka kalbant apie naujų teorijų sukūrimą. Iš esmės yra tik trys reiškinių tipai, kuriems paaiškinti gali būti plėtojama nauja teorija. Pirmąjį sudaro reiškiniai, kuriuos gerai paaiškina egzistuojančios paradigmos, todėl jie retai tampa paskata kurti teoriją ar jos išeities tašku. Kai vis dėlto taip atsitinka, kaip buvo trijų gerai žinomų numatymų, aptartų septintojo skyriaus pabaigoje, atveju, sukurtos teorijos retai kada priimamos, nes gamta neduoda jokio pagrindo pasirinkti būtent jas. Antrąją grupę sudaro tie reiškiniai, kurių prigimtį egzistuojančios paradigmos nurodo, tačiau jų detales galima išsiaiškinti tik toliau plėtojant teoriją. Būtent šiems reiškiniams tirti mokslininkai skiria daugiausia laiko, tačiau šių tyrimų tikslas yra plėtoti egzistuojančias paradigmas, o ne kurti naujas. Tik tuomet, kai šios pastangos baigiasi nesėkme, mokslininkai susiduria su trečią-

ja reiškinių rūšimi – su pripažintomis anomalijomis, kurių būdingas bruožas yra tai, kad jų niekaip nepavyksta susieti su egzistuojančiomis paradigmomis. Tik šio tipo reiškiniai duoda pagrindą atsirasti naujoms teorijoms. Paradigmos visiems reiškiniams, išskyrus anomalijas, priskiria teorijos determinuotą vietą mokslininko tiriamoje srityje.

Tačiau jeigu naujos teorijos atsiranda dėl būtinumo pašalinti anomalijas, pažeidžiančias egzistuojančios teorijos ryšį su gamta, tuomet sėkminga nauja teorija turi remtis skirtingomis prielaidomis nei tos, kurios išplaukia iš jos pirmtakės. Tokio skirtumo galėtų nebūti, jeigu abi teorijos būtų logiškai suderinamos. Asimiliacijos procese antroji teorija turi pakeisti pirmąją. Net tokia teorija kaip energijos tvermės teorija, kuri šiandien atrodo esanti loginis antstatas, susijęs su gamta tik per nepriklausomai nuo jos sukurtas teorijas, istoriškai formavosi sugriaudama paradigmą. Ji radosi iš krizės, kurios svarbiausias elementas buvo Newtono dinamikos nesuderinamumas su kai kuriomis vėliau suformuluotomis kaloriku grindžiamos šilumos teorijos išvadomis. Tik tuomet, kai kaloriko teorija buvo atmesta, energijos tvermės teorija galėjo tapti mokslo dalimi[1]. O kai ji tapo mokslo dalimi, turėjo praeiti dar kiek laiko, kad ji galėtų atrodyti esanti logiškai aukštesnio lygio teorija, neprieštaraujanti ankstesnėms teorijoms. Sunku įsivaizduoti, kaip naujos teorijos galėtų atsirasti be šių destruktyvių pažiūrų į gamtą pasikeitimų. Nors požiūris, kad viena po kitos einančios mokslinės teorijos logiškai įjungiamos viena į kitą, yra įmanomas, istoriniu požiūriu jis neįtikimas.

Manau, prieš šimtą metų analizuojant revoliucijų būtinumą čia būtų buvę galima sustoti. Šiandien, deja, to negalima daryti, nes neįmanoma apginti anksčiau suformuluoto požiūrio šiuo klausimu, jeigu laikomasi labiausiai paplitusio dabar-

[1] Silvanus P. Thompson, *Life of William Thomson Baron Kelvin of Largs* (London, 1910), I, p. 266–281.

tinio mokslinės teorijos prigimties ir funkcijos aiškinimo. Šis aiškinimas, glaudžiai susijęs su ankstyvuoju loginiu pozityvizmu ir kategoriškai neatmestas vėlesniųjų jo šalininkų, taip apriboja priimtos teorijos galiojimo sritį ir reikšmę, kad ji nebegalėtų prieštarauti jokiai vėlesnei teorijai, kuri pateikia prielaidas apie kai kuriuos tuos pačius gamtos reiškinius. Geriausiai žinomas ir ryškiausias šios ribotos mokslinės teorijos sampratos pavyzdys yra šiuolaikinės Einsteino dinamikos ir senųjų dinamikos lygčių, perimtų iš Newtono *Principia*, ryšio analizė. Šios apybraižos požiūriu, tos dvi teorijos yra visiškai nesuderinamos ta pačia prasme, kaip ir Koperniko ir Ptolemajo astronomijos: Einsteino teorija gali būti priimta tik pripažinus, kad Newtono teorija buvo klaidinga. Šiandien nedaugelis laikosi tokio požiūrio[2]. Todėl turime apžvelgti labiausiai paplitusius prieštaravimus jam.

Šių prieštaravimų esmė tokia. Reliatyvistinė mechanika negali parodyti, kad Newtono dinamika yra klaidinga, nes Newtono dinamika vis dar sėkmingai naudojasi dauguma inžinierių ir kai kuriais atvejais daugelis fizikų. Be to, kad toks senosios teorijos taikymas yra teisingas, galima įrodyti remiantis pačia ta teorija, kuri kitais atvejais ją pakeitė. Remiantis Einsteino teorija galima parodyti, kad visais atvejais, atitinkančiais nedaugelį apribojančiųjų sąlygų, Newtono lygtimis grindžiami numatymai bus tokie tikslūs, kiek leidžia mūsų matavimo prietaisai. Pavyzdžiui, kad Newtono teorija pateiktų gerą apytikrį sprendimą, tiriamųjų kūnų santykiniai greičiai turi būti maži, palyginti su šviesos greičiu. Jei įvykdoma ši ir kai kurios kitos sąlygos, Newtono teorija atrodo išplaukianti iš Einsteino teorijos kaip atskiras jos atvejis.

Tačiau, tęsiama toliau, nė viena teorija negali prieštarauti kuriam nors iš atskirų jos atvejų. Jeigu atrodo, kad Einsteino

[2] Žr., pavyzdžiui, P. P. Wienerio pastabas kn.: *Philosophy of Science*, XXV (1958), p. 298.

mokslas atskleidžia Newtono dinamikos klaidingumą, taip yra tik dėl to, jog kai kurie Newtono sekėjai yra neapdairiai pareiškę, kad Newtono teorija pateikia visiškai tikslius rezultatus ar kad ji galioja labai didelių santykinių greičių atveju. Kadangi jie neturėjo kuo pagrįsti tokių teiginių, tai išsakydami juos išdavė mokslo reikalavimus. Kiek Newtono teorija visada buvo tikrai mokslinė teorija, pagrįsta svariais įrodymais, ji tokia tebėra. Einsteinas galėjo parodyti tik per didelių teorinių pretenzijų – pretenzijų, kurios iš tiesų niekada nebuvo mokslo elementai, – klaidingumą. Atmetus visus šiuos grynai žmogiškus kraštutinumus, Newtono teorija niekada nebuvo ir negali būti ginčijama.

Panašios argumentacijos visiškai pakanka norint bet kurią didelės kompetentingų mokslininkų grupės kada nors naudotą teoriją padaryti atsparią išpuoliams. Pavyzdžiui, daug piktų žodžių sulaukusi flogistono teorija sutvarkė daugybę fizinių ir cheminių reiškinių. Ji paaiškino, kodėl kūnai dega (juose yra daug flogistono) ir kodėl metalai turi daug daugiau bendrų savybių negu jų rūdos. Visi metalai susideda iš skirtingų elementarių žemių, sujungtų su flogistonu, o pastarasis, bendras visiems metalams, sukuria bendras savybes. Be to, flogistono teorija paaiškino daugelį reakcijų, kurioms vykstant susidaro rūgštys dėl tokių medžiagų kaip anglis ir siera degimo. Ji taip pat paaiškino tūrio sumažėjimą, kai degimas vyksta uždarame oro tūryje, – degimo išlaisvintas flogistonas „gadina" jį absorbavusio oro tamprumą, lygiai kaip ugnis „gadina" plieninės spyruoklės tamprumą[3]. Jeigu šie reiškiniai būtų buvę vieninteliai, kuriuos pretenda-

[3] James B. Conant, *Overthrow of the Phlogiston Theory* (Cambridge, 1950), p. 13–16; J. R. Partington, *A Short History of Chemistry* (2d ed.; London, 1951), p. 85–88. Išsamiausiai ir palankiausiai flogistono teorijos pasiekimai išdėstyti kn.: H. Metzger, *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique* (Paris, 1930), Part II.

vo paaiškinti flogistono teoretikai, šia teorija niekada nebūtų buvę suabejota. Panašūs argumentai tiks kiekvienai teorijai, kuri kada nors buvo sėkmingai taikoma kokiai nors reiškinių sričiai apskritai.

Tačiau norint tokiu būdu išsaugoti teorijas, reikia apriboti jų taikymo sritį tais reiškiniais ir tuo stebėjimo tikslumu, su kuriais susiję jau turimi eksperimentiniai faktai[4]. Jeigu žengiama bent žingsnį toliau (o to vargu ar galima išvengti, jeigu pirmas žingsnis jau žengtas), toks apribojimas draudžia mokslininkui pretenduoti „moksliškai" kalbėti apie bet kokį stebėjimais dar nepatvirtintą reiškinį. Net šiandieninė šio apribojimo forma draudžia mokslininkui savo tyrimuose pasikliauti teorija, kai šie tyrimai skverbiasi į naują sritį arba siekia tokio tikslumo, kuriam ankstesniame teorijos praktiniame taikyme nebuvo precedento. Tokių draudimų logiškai pašalinti neįmanoma. Tačiau juos pripažinus reikia nutraukti tyrimą, kuris skatina tolesnę mokslo raidą.

Šiuo metu šis klausimas iš esmės yra tautologija. Jeigu nesilaikoma paradigmos, negali būti jokio normalaus mokslo. Be to, paradigmos turi būti laikomasi ir naujose srityse bei siekiant beprecedentinio tikslumo. Priešingu atveju paradigma negali pateikti tokių galvosūkių, kurie dar nebūtų išspręsti. Kita vertus, ne tik normalus mokslas priklauso nuo to, ar laikomasi paradigmos. Jeigu egzistuojanti teorija saisto mokslininką tik esamų taikymų atžvilgiu, tada negali būti jokių netikėtumų, anomalijų ar krizių. Tačiau tai yra gairės, rodančios kelią į ekstraordinarinį mokslą. Jeigu pozityvistiniai srities, kurioje teorija pagrįstai gali būti taikoma, apribojimai traktuojami paraidžiui, mechanizmas, nurodantis mokslinei bendruomenei, kurios problemos gali sukelti fun-

[4] Plg. išvadas, padarytas remiantis visai kitokio pobūdžio analize: R. B. Braithwaite, *Scientific Explanation* (Cambridge, 1953), p. 50–87, ypač p. 76.

damentalius pokyčius, turi nustoti funkcionuoti. O kai šitai atsitiks, bendruomenė neišvengiamai grįš į būklę, labai panašią į ikiparadigminę, kai visi bendruomenės nariai užsiima mokslu, tačiau bendras jų pastangų rezultatas vargu ar apskritai primena mokslą. Tad ar reikia stebėtis, kad reikšmingų mokslo pasiekimų kaina yra paradigmos laikymasis, kuris neišvengia rizikos būti klaidingas?

Dar svarbiau tai, kad pozityvistų argumentacijoje yra loginė spraga, kuri nedelsiant sugrąžina mus prie revoliucinių pokyčių prigimties klausimo. Ar iš tiesų Newtono dinamiką galima *dedukuoti* iš reliatyvistinės dinamikos? Kaip atrodytų tokia procedūra? Įsivaizduokime teiginių, išreiškiančių reliatyvumo teorijos dėsnius, seką E_1, E_2, ..., E_n. Į šiuos teiginius įeina padėtį erdvėje, laiką, rimties masę ir kt. nusakantys kintamieji ir parametrai. Iš jų pasitelkus logikos ir matematikos aparatą galima dedukuoti seką kitų teiginių, taip pat ir tokių, kuriuos galima patikrinti stebėjimu. Kad įrodytume Newtono dinamikos kaip atskiro atvejo adekvatumą, prie teiginių E_i turime prijungti kitus teiginius, tokius kaip $(v/c)^2 << 1$, apribojančius parametrų ir kintamųjų sritį. Po to su šia išplėsta teiginių seka atliekamos tokios operacijos, kad būtų gauta nauja seka N_1, N_2, ..., N_m, kurios teiginiai formos atžvilgiu yra identiški Newtono judėjimo dėsniams, gravitacijos dėsniui ir t. t. Aišku, kad Newtono dinamika buvo dedukuota iš Einsteino dinamikos nustačius kai kurias apribojančias sąlygas.

Tačiau tokia dedukcija yra apgaulinga, bent jau šiuo atžvilgiu. Nors teiginiai N_i yra atskiras reliatyvistinės mechanikos dėsnių atvejis, tai nėra Newtono dėsniai. Arba bent jau nėra tuo atveju, jeigu neinterpretuojami naujai, tokiu būdu, kuris tapo įmanomas Einsteinui paskelbus savo darbus. Kintamieji ir parametrai, Einsteino teiginių sekoje E_i nusakantys padėtį erdvėje, laiką, masę ir kt., tebėra ir teiginių sekoje N_i, ir čia jie taip pat nusako einšteiniškąją erdvę, laiką ir masę. Tačiau fizikinis šių Einsteino sąvokų turinys jokiu būdu nė-

ra tapatus Newtono sąvokų turiniui, nors jos turi tuos pačius pavadinimus. (Newtono masė yra tvari, Einsteino – gali virsti energija. Tik nedidelių santykinių greičių atveju abi galima išmatuoti tuo pačiu būdu, bet net ir tada jų negalima laikyti identiškomis.) Jeigu nepakeisime N_i sekos kintamųjų apibrėžimų, mūsų dedukuoti teiginiai nebus Newtono teiginiai. O jeigu pakeisime, nebegalėsime griežtai teigti, kad *dedukavome* Newtono dėsnius, bent jau šiuo metu visuotinai pripažinta dedukcijos sąvokos prasme. Be abejo, mūsų pateikta argumentacija paaiškina, kodėl visada atrodė, kad Newtono dėsniai galioja. Tarkime, ji pateisina automobilio vairuotoją, kuris elgiasi taip, tarsi gyventų Newtono pasaulyje. Panašaus pobūdžio argumentacija pasitelkiama norint pagrįsti geocentrinės astronomijos dėstymą topografams. Tačiau tokia argumentacija dar neįrodė to, ką ji turėjo įrodyti. Kitaip tariant, ji neįrodė, kad Newtono dėsniai yra ribotas Einsteino dėsnių atvejis. Mat pereinant prie ribos keičiasi ne tik dėsnių forma. Kartu turime pakeisti fundamentalius struktūrinius universumo, kuriam jie taikomi, elementus.

Būtinumas pakeisti nusistovėjusių ir gerai žinomų sąvokų prasmę yra Einsteino teorijos revoliucinio poveikio pagrindas. Nors šis konceptualinis pertvarkymas yra subtilesnis nei perėjimas nuo geocentrizmo prie heliocentrizmo, nuo flogistono prie deguonies, nuo korpuskulų prie bangų, jis ne mažiau įtikinamai sugriauna anksčiau nustatytąją paradigmą. Čia net galima įžvelgti mokslų revoliucinio persiorientavimo prototipą. Kaip tik dėl to, kad perėjimas nuo Newtono prie Einsteino mechanikos neįveda naujų objektų ar sąvokų, jis yra ypač aiškus mokslo revoliucijos kaip sąvokų sistemos, per kurią mokslininkai žvelgė į pasaulį, pakeitimo pavyzdys.

Šios pastabos pakankamai įrodo tai, kas kitame filosofiniame kontekste būtų savaime suprantama. Bent jau mokslininkams dauguma akivaizdžių atmetamos ir ją pakeičiančios mokslinės teorijos skirtumų yra realūs. Nors pasenusi teorija visada gali būti laikoma atskiru ją pakeitusios mo-

dernios teorijos atveju, šiam tikslui ji turi būti pertvarkyta. O pertvarkymą galima atlikti tik remiantis retrospektyvaus vertinimo teikiamais pranašumais, aiškiai vadovaujantis modernesne teorija. Be to, net jei šis pertvarkymas būtų teisėta priemonė interpretuoti senąją teoriją, ją pritaikius teorija būtų taip apribota, kad galėtų tik performuluoti tai, kas jau buvo žinoma. Dėl ekonomiškumo toks performulavimas yra naudingas, tačiau to nepakanka, kad mokslinis tyrimas galėtų juo vadovautis.

Taigi dabar sutikime be įrodymų, kad viena kitą pakeičiančių paradigmų skirtumai yra būtini ir principiniai. Ar galime tiksliau pasakyti, kokie yra šie skirtumai? Akivaizdžiausią šių skirtumų tipą jau ne kartą pailiustravome. Viena kitą pakeičiančios paradigmos pasako mums skirtingus dalykus apie universumo elementus ir apie šių elementų elgesį. Kitaip tariant, jos skiriasi tokiais klausimais, kaip atomų dalelių egzistavimas, šviesos materialumas, šilumos ar energijos tvermė. Tai yra esminiai šių paradigmų skirtumai, ir nėra reikalo jų plačiau iliustruoti. Tačiau paradigmos skiriasi ne tik turiniu, jos atspindi ne tik gamtą, bet ir jas sukūrusį mokslą. Jos yra brandžios mokslinės bendruomenės tam tikru metu pripažintų metodų, problemų ir jų sprendimo standartų šaltinis. Todėl naujos paradigmos priėmimas dažnai reikalauja iš naujo apibrėžti atitinkamą mokslą. Kai kurios senos problemos gali būti perduotos kitam mokslui arba paskelbtos visiškai „nemokslinėmis". Kitos, kurios anksčiau buvo neesminės ar trivialios, priėmus naują paradigmą gali tapti reikšmingų mokslinių pasiekimų prototipais. O kai keičiasi problemos, dažnai keičiasi ir standartas, pagal kurį tikrai mokslinis sprendimas skiriamas nuo grynai metafizinės spekuliacijos, žodžių žaismo ar matematinio žaidimo. Mokslo revoliucijos procese atsiradusi normalaus mokslo tradicija ne tik nesuderinama, bet dažnai tiesiog nebendramatė su ankstesniąja.

Newtono darbų poveikis XVII a. normalios mokslinės praktikos tradicijai yra ryškus šių subtilesnių paradigmos pa-

keitimo padarinių pavyzdys. Dar prieš Newtono gimimą amžiaus „naujajam mokslui" pavyko atmesti Aristotelio ir scholastinius aiškinimus, operavusius materialių kūnų esmėmis. Samprotavimas, jog akmuo nukrito todėl, kad jo „prigimtis" traukia jį į visatos centrą, imtas laikyti grynai tautologiniu žodžių žaismu, – tai buvo visiškai nauja. Nuo to laiko visas juntamųjų reiškinių srautas – spalva, skonis, net svoris – buvo aiškinamas remiantis materijos pagrindą sudarančių elementarių dalelių dydžiu, forma, padėtimi ir judėjimu. Kitų savybių priskyrimas elementariems atomams buvo susijęs su okultizmu, todėl mokslui tai buvo draudžiama. Molière'as, išjuokęs gydytoją, kuris aiškino opiumo narkotinį poveikį priskirdamas jam migdomąją galią, puikiai užčiuopė naująją dvasią. XVII a. antrojoje pusėje daugelis mokslininkų buvo linkę teigti, kad apskrita opiumo dalelių forma suteikia joms galią raminti nervus, aplink kuriuos jos juda[5].

Ankstesniajame periode slaptomis savybėmis grindžiami aiškinimai buvo produktyvaus mokslinio darbo sudedamoji dalis. Vis dėlto XVII a. įsigalėjęs mechaninis-korpuskulinis aiškinimas daugeliui mokslų buvo nepaprastai vaisingas, padėjo jiems atsikratyti problemų, kurių nebuvo įmanoma išspręsti įprastais būdais, ir vietoj jų pasiūlė kitas. Pavyzdžiui, dinamikoje trys Newtono judėjimo dėsniai buvo ne tiek naujų eksperimentų, kiek bandymo naujai interpretuoti gerai žinomus stebėjimus remiantis pirminių neutralių dalelių judėjimais ir sąveikomis rezultatas. Aptarsime tik vieną konkrečią iliustraciją. Kadangi neutralios dalelės galėjo veikti viena kitą tik susiliesdamos, mechaninis-korpuskulinis požiūris į gamtą nukreipė mokslininkų dėmesį į visiškai naują tyrimų objektą – į dalelių judėjimo pasikeitimą dėl susidūri-

[5] Apie korpuskuliarizmą apskritai žr.: Marie Boas, „The Establishment of the Mechanical Philosophy", *Osiris*, X (1952), p. 412–541. Apie dalelių formos poveikį skoniui žr. *ibid.*, p. 483.

mo. Šią problemą iškėlė Descartes'as, jis pateikė ir pirmą galimą jos sprendimą. Huyghensas, Wrenas ir Wallisas plėtojo ją toliau, atlikdami eksperimentus su susiduriančiais svareliais, bet daugiausia pasitelkdami naujai problemai spręsti anksčiau gerai žinomas judėjimo charakteristikas. O Newtonas įtvirtino jų rezultatus suformuluodamas judėjimo dėsnius. Lygūs „veikimas" ir „atoveikis" trečiajame dėsnyje yra judėjimo kiekio pasikeitimas, kurį patiria du susidūrę kūnai. Tą patį judėjimo pasikeitimą numato dinaminės jėgos apibrėžimas, netiesiogiai pateiktas antrajame dėsnyje. Šiuo atveju, kaip ir daugeliu kitų XVII a., korpuskulinė paradigma pateikė ir naują problemą, ir didele dalimi – jos sprendimą[6].

Tačiau nors Newtono veikalas daugiausia dėmesio skyrė problemų sprendimui ir įkūnijo mechaninio-korpuskulinio požiūrio į pasaulį suformuotus standartus, iš jo kilusi paradigma toliau ir iš dalies destruktyviai keitė mokslo problemas ir standartus. Sunkis, interpretuojamas kaip kiekvienai materijos dalelių porai iš prigimties būdinga tarpusavio trauka, buvo paslaptinga savybė ta pačia prasme, kaip ir scholastų „polinkis kristi". Todėl kol galiojo korpuskuliarizmo standartai, tiems, kurie *Principia* laikė paradigma, viena iš aktualiausių problemų buvo surasti mechaninį sunkio paaiškinimą. Newtonas ir daugelis jo sekėjų XVIII a. tam skyrė daug dėmesio. Vienintelis aiškus pasirinkimas buvo atmesti Newtono teoriją kaip neįstengiančią paaiškinti sunkio, ir daugelis griebėsi šios alternatyvos. Tačiau nė vienas iš šių požiūrių nenugalėjo. Negalėdami nei dirbti mokslinį darbą be *Principia*, nei suderinti šį veikalą su XVII a. korpuskuliarizmo standartais, mokslininkai pamažu ėmė laikytis požiūrio, kad sunkis iš tiesų yra būdingas iš prigimties. Iki XVIII a. vidurio toks aiškinimas buvo beveik

[6] R. Dugas, *La mécanique au XVII^e siècle* (Neuchatel, 1954), p. 177–185, 284–298, 345–356.

visuotinai pripažintas, ir tai buvo tikras scholastikos standarto sugrįžimas (bet tai ne tas pats, kaip grįžimas atgal). Iš prigimties būdinga trauka ir stūma prisidėjo prie dydžio, formos, padėties ir judėjimo kaip fiziškai neredukuojamų pirminių materijos savybių[7].

Fizikos mokslo standartų ir problemų srities pasikeitimas ir vėl buvo dėsningas. Antai XVII a. penktajame dešimtmetyje elektros reiškinių tyrinėtojai galėjo kalbėti apie elektringajam fluidui būdingą traukos „savybę" ir nebūti išjuokti, kaip prieš šimtą metų atsitiko Molière'o gydytojui. Ir tuomet vis labiau ryškėjo kitoks elektros reiškinių pobūdis nei tada, kai jie buvo laikomi mechaninės emanacijos efektais, galinčiais veikti tik esant sąlyčiui. Pavyzdžiui, kai elektrinis veikimas per atstumą tapo tiesioginio tyrimo objektu, reiškinys, kurį dabar vadiname įelektrinimu indukcijos būdu, galėjo būti pripažintas vienu iš jo efektų. Anksčiau, analizuojamas apskritai, jis buvo siejamas su tiesioginiu elektringųjų „atmosferų" veikimu arba su nuotėkiu, kurio neįmanoma išvengti elektros laboratorijoje. Naujas požiūris į indukcijos efektus Franklinui tapo Leideno stiklinės analizės raktu ir paskata atsirasti naujai, niutoniškajai elektros paradigmai. Dinamika ir elektra nebuvo vienintelės mokslo sritys, kurioms turėjo įtakos materijai iš prigimties būdingų jėgų paieškos įteisinimas. Didžioji dalis XVIII a. literatūros apie cheminį giminiškumą ir pakeitimo eilutes taip pat sietina su šiuo supermechaniniu niutonizmo aspektu. Chemikai, tikėję šiomis diferencinėmis įvairių cheminių medžiagų tarpusavio traukomis, atliko anksčiau neįsivaizduojamus eksperimentus ir ieškojo naujų reakcijų rūšių. Be šiame procese gautų duomenų ir susiformavusių chemijos sąvokų būtų neįma-

[7] I. B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof* (Philadelphia, 1956), chaps. VI–VII.

noma suprasti vėlesnių Lavoisier, o ypač Daltono darbų[8]. Leistinas problemas, sąvokas ir aiškinimus reglamentuojančių standartų pasikeitimai gali transformuoti mokslą. Kitame skyriuje aš net pamėginsiu aptarti, kokia prasme jie pertvarko pasaulį.

Kiekvieno mokslo istorijoje beveik kiekvienu jo raidos periodu galima rasti tokių viena kitą pakeičiančių paradigmų neesminių skirtumų pavyzdžių. Dabar apsiribosime tik dviem kitomis trumpomis iliustracijomis. Prieš chemijos revoliuciją vienas iš pripažintų chemijos uždavinių buvo paaiškinti cheminių medžiagų savybes ir šių savybių pokyčius vykstant cheminėms reakcijoms. Remdamasis nedaugeliu elementarių „pradmenų" – vienas iš jų buvo flogistonas – chemikas turėjo paaiškinti, kodėl vienos medžiagos yra rūgštys, kitos – metalai, dar kitos – degios ir t. t. Kai kas šioje srityje buvo pasiekta. Jau nurodėme, kad flogistono teorija paaiškino, kodėl metalai yra tokie panašūs; panašiai buvo galima samprotauti apie rūgštis. Tačiau Lavoisier reforma galutinai atmetė cheminius „pradmenis" ir dėl to atėmė iš chemijos tam tikrą realią ir potencialią aiškinamąją galią. Norint kompensuoti šį praradimą, reikėjo pakeisti standartus. Negalima kaltinti chemijos teorijos dėl to, kad XIX a. ilgą laiką jai nesisekė paaiškinti cheminių junginių savybių[9].

Arba kitas pavyzdys. Clerkas Maxwellas, kaip ir kiti XIX a. banginės šviesos teorijos šalininkai, buvo įsitikinęs, kad šviesos bangos turi sklisti materialiame eteryje. Tipiška daugelio talentingiausių jo amžininkų problema buvo atskleisti mechaninę aplinką, kurioje gali sklisti tokios bangos. Tačiau jo paties teorija, elektromagnetinė šviesos teorija, visai nepaaiškino aplinkos, kurioje gali sklisti šviesos bangos, ir tai aiš-

[8] Apie elektrą žr.: *ibid.*, chaps. VIII–IX. Apie chemiją žr.: Metzger, *op. cit.*, Part I.

[9] E. Meyerson, *Identity and Reality* (New York, 1930), chap. X.

kiai parodė, kad pateikti tokį paaiškinimą yra daug sunkiau, negu anksčiau atrodė. Iš pradžių dėl šių priežasčių daugelis atmetė Maxwello teoriją. Tačiau paaiškėjo, kad be jos, kaip ir be Newtono teorijos, sunku išsiversti, ir kai ji įgijo paradigmos statusą, mokslinės bendruomenės požiūris į ją pasikeitė. Pirmaisiais XX a. dešimtmečiais Maxwello įsitikinimas mechaninio eterio egzistavimu vis labiau ėmė atrodyti tik tušti žodžiai (nors tikrai taip nebuvo), ir buvo atsisakyta mėginimų atskleisti tokią eterinę aplinką. Mokslininkai jau nebemanė, kad nemoksliška kalbėti apie elektrinę „slinktį" nenurodant, kas pasislenka. Ir vėl rezultatas buvo tas pats – radosi naujos problemos ir standartai, kurie galų gale daug prisidėjo prie reliatyvumo teorijos atsiradimo[10].

Tokie būdingi mokslininkų bendruomenės tikrųjų problemų ir standartų sampratos pokyčiai būtų ne tokie svarbūs šios apybraižos temai, jeigu būtų galima tarti, kad jie visuomet įvyksta pereinant iš žemesnio metodologinio lygmens į aukštesnį. Tokiu atveju jų padariniai taip pat atrodytų kumuliatyvūs. Nenuostabu, kad kai kurie istorikai teigė, jog mokslo istorija liudija nepaliaujamą mokslo brandumo augimą ir mokslo prigimties sampratos tobulėjimą[11]. Tačiau kumuliatyvios mokslo problemų ir standartų raidos atvejai dar retesni negu kumuliatyvios teorijų raidos. Nors dauguma XVIII a. mokslininkų atsisakė bevaisių mėginimų paaiškinti sunkį, tai nebuvo mėginimai išspręsti iš esmės nepamatuotą problemą; prieštaravimai teiginiams apie vidines jėgas nebuvo nei visiškai antimoksliniai, nei metafiziniai menkinamąja prasme. Nėra jokių išorinių kriterijų,

[10] E. T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, II (London, 1953), p. 28–30.

[11] Puikaus ir visiškai šiuolaikiško mėginimo įsprausti mokslo raidą į šią Prokrusto lovą pavyzdį žr.: C. C. Gillispie, *The Edge of Objectivity: An Essay in the History of Scientific Ideas* (Princeton, 1960).

kurie leistų juos taip vertinti. Tai, kas įvyko, nebuvo nei standartų atsisakymas, nei jų pakėlimas, – tai buvo tiesiog jų pakeitimas, nes to reikalavo priimta nauja paradigma. Be to, vėliau tas pakeitimas buvo atšauktas, ir tai gali pasikartoti. XX a. Einsteinui pasisekė paaiškinti gravitacinę trauką, ir šis paaiškinimas sugrąžino mokslą prie kai kurių kanonų ir problemų, šiuo atžvilgiu labiau panašių į Newtono pirmtakų negu į jo sekėjų kanonus ir problemas. Arba kitas pavyzdys. Kvantinės mechanikos vystymasis panaikino metodologinius draudimus, atsiradusius įvykus chemijos revoliucijai. Šiuo metu chemikai stengiasi paaiškinti jų laboratorijose naudojamų ir gaminamų medžiagų spalvą, agregatinį būvį ir kitas savybes, ir jiems tai neblogai sekasi. Galimas daiktas, panašus pasikeitimas vyksta ir elektromagnetinėje teorijoje. Šiuolaikinėje fizikoje erdvė nėra inertiškas ir vienalytis substratas, kuriuo rėmėsi ir Newtono, ir Maxwello teorijos; kai kurios jos savybės panašios į tas, kurios kadaise buvo priskiriamos eteriui. Galbūt kada nors mes sužinosime, kas yra elektrinė slinktis.

Pabrėždami ne kognityvines, bet normatyvines paradigmų funkcijas, pateiktieji pavyzdžiai padeda mums geriau suprasti, kokiais būdais paradigmos formuoja mokslo gyvenimą. Anksčiau mes iš esmės analizavome paradigmos kaip mokslinės teorijos raiškos priemonės vaidmenį. Atliekant šį vaidmenį jos funkcija yra nurodyti mokslininkui, kokie esiniai yra gamtoje ir kokių nėra, ir kokiais būdais jie pasireiškia. Ši informacija padeda sudaryti planą, kurio detales nušviečia brandūs moksliniai tyrimai. O kadangi gamta yra per daug sudėtinga ir įvairi, kad ją būtų galima tirti aklai, šis planas yra toks pat svarbus tolesnei mokslo raidai, kaip stebėjimas ir eksperimentas. Kaip teorijų įkūnijimas, paradigmos yra esminis mokslinės veiklos elementas. Tačiau jos esmingos mokslui ir kitais atžvilgiais, ir apie tai dar kalbėsime. Antai mūsų ką tik duoti pavyzdžiai rodo, kad paradigmos mokslininkui pateikia ne tik planą, bet ir tam tikrus nurody-

mus, kaip jį realizuoti. Perimdamas paradigmą mokslininkas kartu perima teoriją, metodus ir standartus, paprastai neatskiriamai susipynusius. Todėl kai paradigmos keičiasi, paprastai įvyksta svarbūs problemų ir siūlomų jų sprendimų pagrįstumą determinuojančių kriterijų pokyčiai.

Ši pastaba sugrąžina mus prie to, apie ką kalbėjome skyriaus pradžioje, nes pirmąsyk aiškiai parodo, kodėl vienos iš konkuruojančių paradigmų pasirinkimas nuolat kelia klausimus, kurių negalima išspręsti vadovaujantis normalaus mokslo kriterijais. Tokiu pat mastu, kokiu dvi mokslo mokyklos nesutaria dėl to, kas yra problema ir koks jos sprendimas, svarstydamos atitinkamus savųjų paradigmų privalumus jos neišvengiamai stengsis įtikinti viena kitą. Tokiais atvejais paprastai pateikiami argumentai, kurie iš dalies sudaro loginį ratą, parodo, kad kiekviena paradigma daugiau ar mažiau atitinka tuos kriterijus, kuriuos nustato ji pati, tačiau neatitinka kai kurių tų, kuriuos nustato jos priešininkė. Yra ir kitų nepakankamo loginio ryšio, visuomet būdingo paradigmų svarstymams, priežasčių. Pavyzdžiui, kadangi nė viena paradigma niekada neišsprendžia visų problemų, kurias ji apibrėžia, ir kadangi nė viena iš dviejų paradigmų nepalieka neišspręstų tų pačių problemų, svarstant paradigmas visuomet keliamas klausimas: kurias problemas svarbiau išspręsti? Kaip ir į klausimą dėl konkuruojančių standartų, į šį klausimą apie vertybes galima atsakyti tik remiantis kriterijais, kurie visiškai nepriklauso normalaus mokslo sričiai, ir kaip tik šis išorinių kriterijų pasitelkimas paradigmų svarstymams akivaizdžiai suteikia revoliucinį pobūdį. Tačiau ant kortos pastatomi ne tik standartai ir vertybės, bet ir kai kas fundamentalesnio. Iki šiol aš kalbėjau tik apie tai, kad paradigmos yra esminis mokslo elementas. Dabar norėčiau parodyti, kokia prasme jos yra ir gamtos esminis elementas.

X. REVOLIUCIJOS KAIP PASAULĖVAIZDŽIO PASIKEITIMAS

Mokslo istorikui, analizuojančiam praeities mokslinių tyrinėjimų rezultatus šiuolaikinės istoriografijos požiūriu, gali kilti pagunda teigti, kad keičiantis paradigmoms keičiasi ir pats pasaulis. Vadovaudamiesi nauja paradigma, mokslininkai įgyja naujus instrumentus ir tiria naujas sritis. Dar svarbiau tai, kad revoliucijų periodu net naudodami įprastus instrumentus jau anksčiau tirtose srityse mokslininkai įžvelgia naujus ir kitokius dalykus. Tarytum profesinė bendruomenė staiga būtų perkelta į kitą planetą, kur yra daug nežinomų objektų, o gerai žinomi matomi kitokioje šviesoje. Be abejo, iš tikrųjų viskas yra ne taip: geografiškai niekur nepersikeliama, už laboratorijos sienų kasdienis gyvenimas teka įprasta vaga. Tačiau paradigmos pasikeitimai priverčia mokslininkus kitaip matyti tiriamąjį pasaulį. Ir kadangi jie žvelgia į šį pasaulį tik per savo pažiūrų ir darbų prizmę, mums gali kilti noras sakyti, kad po revoliucijos mokslininkai turi reikalą su kitokiu pasauliu.

Elementarius šių mokslininko pasaulio transformacijų prototipus įtikinamai pateikia gerai žinomos vizualinio geštalto pakeitimo demonstracijos. Tai, kas iki revoliucijos mokslininko pasaulyje buvo antys, po jos pasirodo esą triušiai. Tas, kas iš pradžių iš viršaus matė išorinę dėžutės pusę, vėliau žvelgdamas iš apačios mato jos vidinę pusę. Panašios transformacijos, nors paprastai laipsniškos ir beveik visuomet negrįžtamos, neatskiriamai susijusios su mokymosi procesu. Žiūrėdamas į kontūrinį žemėlapį, studentas mato linijas popieriaus lape, o kartografas – vietovės vaiz-

dą. Žiūrėdamas į burbulinėje kameroje padarytą fotografiją, studentas mato susiraizgiusias ir laužytas linijas, o fizikas – žinomų branduolio viduje vykstančių procesų nuotrauką. Tik po daugelio tokių regėjimo transformacijų studentas tampa mokslininko pasaulio gyventoju, mato tai, ką mato mokslininkas, ir reaguoja taip pat, kaip mokslininkas. Tačiau pasaulis, į kurį tuomet įžengia studentas, nėra galutinai suformuotas, viena vertus, aplinkos prigimties, o kita vertus – mokslo prigimties. Greičiau jis yra determinuotas kartu ir aplinkos, ir tam tikros normalaus mokslo tradicijos, kurios studentas buvo išmokytas laikytis. Todėl revoliucijos metu, kai keičiasi normalaus mokslo tradicija, mokslininkas turi išmokti naujai suvokti aplinką – turi išmokti tam tikrose pažįstamose situacijose matyti naują geštaltą. Tik po to jo tiriamasis pasaulis kai kuriais atvejais jam atrodys nebendramatis su tuo, kuriame jis gyveno anksčiau. Tai yra antroji priežastis, kodėl mokyklos, kurios vadovaujasi skirtingomis paradigmomis, visuomet nelabai susikalba.

Be abejo, įprastiniai eksperimentai su geštaltais iliustruoja tik suvokimo transformacijų prigimtį. Jie mums nieko nepasako apie paradigmų arba anksčiau suvokimo procese įgyto patyrimo vaidmenį. Tačiau šiuo klausimu yra daug psichologinės literatūros, kurios didžiajai daliai davė pradžią novatoriški Hanoverio instituto darbai. Tiriamasis, kuriam uždedami akiniai su vaizdą apverčiančiais lęšiais, iš pradžių visą pasaulį mato aukštyn kojomis. Iš pradžių jo suvokimo aparatas funkcionuoja taip, kaip buvo išlavintas funkcionuoti be akinių, todėl jis visiškai netenka orientacijos, patiria stiprią asmenybės krizę. Tačiau kai subjektas pradeda mokytis stebėti savo naująjį pasaulį, visa regimoji sritis apverčiama – paprastai po tam tikro tarpinio periodo, kai regėjimas būna tiesiog sutrikęs. Nuo to laiko objektai vėl matomi tokie, kokie jie buvo prieš uždedant akinius. Ankstesnio anomalaus regėjimo lauko asimiliacija paveikė ir pa-

keitė patį lauką[1]. Žmogus, pripratęs prie vaizdą apverčiančių lęšių, tiek tiesiogine, tiek perkeltine prasme patyrė revoliucinę regėjimo transformaciją.

Panašią transformaciją patyrė ir subjektai, dalyvavę eksperimente su anomaliomis kortomis, kuris buvo aptartas šeštajame skyriuje. Kol ilgesnė ekspozicija jų neįtikino, kad esama ir anomalių kortų, jie matė tik tuos kortų tipus, kuriuos skirti juos įgalino ankstesnis patyrimas. Tačiau kai tik patyrimas parodė jiems būtinas papildomas kategorijas, jie sugebėjo pastebėti visas anomalias kortas per pirmąją apžiūrą, pakankamai ilgą, kad identifikacija apskritai būtų įmanoma. Kiti eksperimentai rodo, kad eksperimentų metu pateikiamų objektų dydžio, spalvos ir kitų savybių suvokimas taip pat įvairuoja priklausomai nuo subjekto ankstesnio pasirengimo ir patyrimo[2]. Apžvelgus gausią eksperimentinę literatūrą, iš kurios paimti šie pavyzdžiai, peršasi mintis, kad paties suvokimo prielaida yra kažkas panašaus į paradigmą. Ką žmogus mato, priklauso nuo to, į ką jis žiūri, ir nuo to, ką ankstesnis vizualinis-konceptualinis patyrimas jį išmokė matyti. Jei nėra tokių įgūdžių, gali būti tik, Williamo Jameso žodžiais tariant, „velniška maišalynė".

Pastaraisiais metais kai kurie autoriai, besidomintys mokslo istorija, tokio pobūdžio eksperimentus, kaip anksčiau aprašytieji, laikė nepaprastai svarbiais. Pavyzdžiui, N. R. Hansonas

[1] Pirmuosius eksperimentus atliko George'as M. Strattonas. Žr.: George M. Stratton, „Vision without Inversion of the Retinal Image", *Psychological Review*, IV (1897), p. 341–360, 463–481. Naujesnę apžvalgą žr.: Harvey A. Carr, *An Introduction to Space Perception* (New York, 1935), p. 18–57.

[2] Pavyzdžių galima rasti: Albert H. Hastorf, „The Influence of Suggestion on the Relationship between Stimulus Size and Perceived Distance", *Journal of Psychology*, XXIX (1950), p. 195–217; Jerome S. Bruner, Leo Postman, and John Rodrigues, „Expectations and the Perception of Color", *American Journal of Psychology*, LXIV (1951), p. 216–227.

naudojosi eksperimentais su geštaltais analizuodamas kai kurias tas pačias mokslinių įsitikinimų pasekmes, kurios čia domina mane[3]. Kiti autoriai ne kartą pažymėjo, jog mokslo istorija būtų aiškiau suvokiama, jeigu būtų galima tarti, kad mokslininkai kartkartėmis patirdavo suvokimo poslinkius, panašius į aprašytuosius. Tačiau nors psichologiniai eksperimentai verčia susimąstyti, dėl savo prigimties jie negali būti kas nors daugiau nei eksperimentai. Jie iš tiesų atskleidžia suvokimo ypatumus, kurie *galėtų* būti svarbiausi mokslo raidai, tačiau neparodo, kad šie ypatumai apskritai būdingi kruopščiam ir kontroliuojamam mokslininko tyrinėtojo atliekamam stebėjimui. Be to, dėl pačios šių eksperimentų prigimties bet kokia tiesioginė šios problemos demonstracija tampa neįmanoma. Jeigu istorinis pavyzdys turi parodyti, kad šie psichologiniai eksperimentai yra aktualūs aiškinant mokslo raidą, pirmiausia turime nurodyti, kokių įrodymų rūšių galime tikėtis iš istorijos ir kokių – ne.

Eksperimentuose su geštaltais dalyvaujantis subjektas žino, kad jo suvokimas yra iškreiptas, nes laikydamas rankose tą pačią knygą ar popieriaus lapą jis gali ne kartą nukreipti jį viena ar kita linkme. Suvokdamas, kad aplinkoje niekas nesikeičia, jis sutelkia dėmesį iš esmės ne į atvaizdą (anties arba triušio), bet į popieriaus lape, į kurį jis žiūri, nubrėžtas linijas. Galų gale jis net gali išmokti matyti šias linijas nematydamas nė vienos iš figūrų, ir tada jis gali sakyti, kad iš tiesų mato šias linijas, tačiau mato jas tai *kaip* antį, tai *kaip* triušį (anksčiau nebūtų turėjęs pagrindo taip pasakyti). Lygiai taip pat eksperimente su anomaliomis kortomis tiriamasis žino (arba, tiksliau, gali būti įtikintas), kad jo suvokimas turi būti iškreiptas, nes išorinis autoritetas – eksperimentatorius – jį patikina, kad nepriklausomai nuo to, ką jis *pamatė*, jis visą laiką *žiūrėjo į* juodą čirvų penketuką. Abiem šiais atvejais, kaip ir visų panašių psichologinių eksperimentų atveju, demonstracijos efektyvumas

[3] N. R. Hanson, *Patterns of Discovery* (Cambridge, 1958), chap. I.

priklauso nuo to, ar ją galima analizuoti tokiu būdu. Jeigu nebūtų išorinio standarto, kurio atžvilgiu galima pademonstruoti regėjimo perorientavimą, nebūtų galima padaryti išvados apie alternatyvias suvokimo galimybes.

Tačiau mokslinio stebėjimo atveju situacija yra visiškai priešinga. Mokslininkas gali pasikliauti tik tuo, ką mato savo akimis arba aptinka instrumentais. Jeigu būtų aukštesnis autoritetas, kuriuo remiantis būtų galima parodyti, kad mokslininko regėjimas buvo perorientuotas, tuomet pats tas autoritetas turėtų tapti jo duomenų šaltiniu, o jo regėjimo pobūdis taptų problemų šaltiniu (kaip tiriamojo subjekto regėjimo pobūdis tampa problemų šaltiniu psichologui). Tos pačios rūšies problemos kiltų, jeigu mokslininkas galėtų nukreipti savo suvokimą viena ar kita linkme, kaip eksperimentuose su geštaltais dalyvaujantis subjektas. Periodas, kai šviesa buvo laikoma „tai bangomis, tai dalelėmis", buvo krizės periodas – periodas, kai kažkas buvo negerai, – ir jis baigėsi tik sukūrus bangų mechaniką ir įsisąmoninus, kad šviesa yra savarankiškas esinys, kuris skiriasi ir nuo bangų, ir nuo dalelių. Todėl moksluose, kai suvokimo perorientavimas lydi paradigmos pasikeitimus, negalime tikėtis, kad mokslininkai tiesiogiai patvirtins šiuos pasikeitimus. Koperniko teoriją pripažinęs mokslininkas žvelgdamas į Mėnulį nepasakys: „Paprastai aš matydavau planetą, bet dabar matau palydovą". Toks pasakymas implikuotų prasmę, kuria Ptolemajo sistema kadaise buvo teisinga. Vietoj to naująją astronomiją pripažinęs mokslininkas pasakys: „Kadaise Mėnulį laikiau planeta (arba mačiau kaip planetą), tačiau aš klydau". Tokio pobūdžio teiginys sugrąžina prie mokslo revoliucijos padarinių. Jeigu jis paprastai slepia mokslinio regėjimo perorientavimą arba kokią nors kitokią mąstymo transformaciją, turinčią tą patį poveikį, negalime tikėtis, kad toks perorientavimas bus tiesiogiai paliudytas. Veikiau turime ieškoti netiesioginių įrodymų, iš mokslininko veiklos spręsti, kad vadovaudamasis nauja paradigma jis mato kitaip nei anksčiau.

Dabar grįžkime prie faktų ir išsiaiškinkime, kokias mokslininko pasaulio transformacijas gali atskleisti tokiais pokyčiais tikintis istorikas. Pirmasis pavyzdys yra Urano atradimas, kurį padarė seras Williamas Herschelis, ir šis pavyzdys analogiškas eksperimentui su anomaliomis kortomis. 1690 – 1781 metais daugelis astronomų, tarp jų ir keletas žymiausių Europos stebėtojų, mažiausiai septyniolika skirtingų atvejų matė žvaigždę padėtyse, kuriose, kaip dabar manoma, tuo metu turėjo būti Uranas. Vienas geriausių tos grupės stebėtojų iš tiesų 1769 metais matė žvaigždę keturias naktis iš eilės, tačiau nepastebėjo judėjimo, kuris galėjo paskatinti kitaip ją identifikuoti. Herschelis tą patį objektą pirmą kartą stebėjo po dvylikos metų per gerokai patobulintą savo paties sukonstruotą teleskopą. Jam pavyko pastebėti regimąjį disko dydį, kuris žvaigždėms buvo mažų mažiausiai neįprastas. Kažkas buvo ne taip, todėl jis atidėjo identifikaciją, laukdamas tolesnių stebėjimų rezultatų. Šie stebėjimai atskleidė Urano judėjimą kitų žvaigždžių atžvilgiu, todėl Herschelis paskelbė pamatęs naują kometą! Tik po kelių mėnesių, kai stebimojo judėjimo nepavyko įsprausti į kometos judėjimo orbitą, Lexellis padarė prielaidą, kad tai tikriausiai yra planetos orbita[4]. Kai ši prielaida buvo priimta, profesionalių astronomų pasaulyje žvaigždžių kiek sumažėjo, o planetų radosi viena daugiau. Dangaus kūnas, kuris kartkartėmis buvo stebimas beveik šimtą metų, po 1781 metų pradėtas matyti kitaip, kadangi jis, kaip ir anomali korta, nebeatitiko suvokimo kategorijų (žvaigždė arba kometa), kurias pateikė anksčiau dominavusi paradigma.

Tačiau regėjimo perorientavimas, įgalinęs astronomus pamatyti Uraną kaip planetą, atrodo, paveikė ne tik šio anksčiau stebėto objekto suvokimą. Jo padariniai buvo kur kas reikšmingesni. Galimas daiktas (nors tai nėra visiškai aišku), Herschelio inspiruotas nedidelis paradigmos pakeitimas padėjo

[4] Peter Doig, *A Concise History of Astronomy* (London, 1950), p. 115–116.

astronomams pasiruošti sparčiam daugelio mažų planetų, arba asteroidų, atradimui po 1801 metų. Dėl mažo jų dydžio nematyti anomalaus jų regimojo disko didumo, kuris sukėlė įtarimą Herscheliui. Vis dėlto astronomai, pasirengę atrasti kitas planetas, per pirmuosius penkis XIX amžiaus dešimtmečius sugebėjo naudodamiesi standartiniais instrumentais identifikuoti dvidešimt iš jų[5]. Astronomijos istorija pateikia ir daugybę kitų paradigmos sukeltų mokslinio suvokimo pokyčių pavyzdžių, kai kurie iš jų beveik nekelia abejonių. Pavyzdžiui, ar galima laikyti atsitiktinumu, kad Vakarų astronomai pirmą kartą pamatė pasikeitimus anksčiau nekintamame danguje per pusę amžiaus po to, kai Kopernikas pasiūlė naująją paradigmą? Kinai, kurių kosmologinės pažiūros neatmetė dangaus pokyčių, gerokai anksčiau užfiksavo daugelio naujų žvaigždžių pasirodymą danguje. Be to, net neturėdami teleskopo kinai sistemingai užfiksuodavo Saulės dėmių atsiradimą keliais šimtmečiais anksčiau, negu jas pamatė Galilei ir jo amžininkai[6]. Saulės dėmės ir nauja žvaigždė nebuvo vieninteliai dangaus pasikeitimų, atsiradusių Vakarų astronomijoje iškart po Koperniko, pavyzdžiai. Naudodamiesi tradiciniais instrumentais, kartais tokiais paprastais kaip siūlo galas, XVI a. pabaigos astronomai ne kartą atskleidė, kad po erdvę, anksčiau priklausiusią nekintamoms planetoms ir žvaigždėms, klaidžioja kometos[7]. Turint galvoje tai, kaip lengvai astronomai, senais instrumentais stebėdami senus objektus, pamatydavo naujus dalykus, kyla noras teigti, kad po Koperniko astrono-

[5] Rudolph Wolf, *Geschichte der Astronomie* (Munich, 1877), p. 513–515, 683–693. Atkreipkite dėmesį į tai, kad Wolfui sunku paaiškinti šiuos atradimus kaip išplaukiančius iš Bode's dėsnio.

[6] Joseph Needham, *Science and Civilization in China*, III (Cambridge, 1959), p. 423–429, 434–436.

[7] T. S. Kuhn, *The Copernican Revolution* (Cambridge, Mass., 1957), p. 206–209.

mai gyveno kitokiame pasaulyje. Šiaip ar taip, jų tyrinėjimai vyko taip, tarsi tai būtų tiesa.

Pateiktieji pavyzdžiai paimti iš astronomijos, kadangi pranešimai apie dangaus reiškinių stebėjimus dažnai išdėstomi santykiškai gryno stebėjimo terminais. Tik tokiuose pranešimuose galime tikėtis rasti visišką mokslininkų stebėjimų ir psichologo tiriamų subjektų stebėjimų paralelizmą. Tačiau nebūtina siekti tokio visiško paralelizmo, ir sumažinę savo reikalavimus galime nemažai laimėti. Jeigu pasitenkinsime įprasta žodžio „matyti" vartosena, nebus sunku suvokti, kad jau susidūrėme su daugeliu kitų paradigmos pasikeitimą lydinčių mokslinio suvokimo poslinkių pavyzdžių. Tokią išplėstą terminų „suvokimas" ir „matymas" vartoseną netrukus reikės aiškiau pagrįsti, tačiau pirmiausia leiskite man pailiustruoti jų praktinę vartoseną.

Dar kartą pažvelkime į du anksčiau pateiktus pavyzdžius iš elektros istorijos. XVII a., kai elektros reiškinių tyrinėtojai vadovavosi viena ar kita emanacijos teorija, jie ne kartą matė, kaip smulkios dalelės atšoka arba nukrenta nuo jas traukiančių įelektrintų kūnų. Bent jau XVII a. stebėtojai teigė tai matę, ir mes neturime pagrindo jų pranešimais apie suvokimą abejoti labiau negu savais. Naudodamasis tokiais pačiais prietaisais, šiuolaikinis stebėtojas matytų elektrostatinę stūmą (o ne mechaninį ar gravitacinį poveikį), tačiau istoriškai, išskyrus vieną visuotinai ignoruojamą išimtį, niekas čia neįžvelgė elektrostatinės stūmos, kol galingas Hauksbee'o prietaisas labai nesustiprino šio efekto. Tačiau stūma po kontaktinio įelektrinimo buvo tik vienas iš daugelio naujų stūmos efektų, kuriuos pamatė Hauksbee. Dėl jo atliktų tyrimų, panašiai kaip ir geštalto pakeitimo atveju, stūma iškart tapo fundamentalia įelektrinimo apraiška, ir tuomet reikėjo tik paaiškinti trauką[8]. XVIII a. pradžioje stebėti elektri-

[8] Duane Roller and Duane H. D. Roller, *The Development of the Concept of Electric Charge* (Cambridge, Mass., 1954), p. 21–29.

niai reiškiniai buvo subtilesni ir įvairesni nei tie, kuriuos matė stebėtojai XVII a. Arba kitas pavyzdys. Priėmę Franklino paradigmą, elektros reiškinių tyrinėtojai stebėdami Leideno stiklinę pamatė visai ką kita nei anksčiau. Prietaisas tapo kondensatoriumi, kuriam nereikėjo nei stiklinės formos, nei stiklo. Vietoj to buvo panaudotos dvi laidžios dangos, kurių viena iš pradžių nebuvo prietaiso dalis. Kaip rodo aprašymai ir iliustracijos, dvi metalinės plokštelės su nelaidžia medžiaga tarp jų tapo šios prietaisų klasės prototipu[9]. Kartu naujai buvo aprašyti kiti indukcijos efektai, dar kiti buvo pastebėti pirmą kartą.

Tokio pobūdžio poslinkiai neapsiriboja astronomijos ir elektros sritimis. Mes jau kalbėjome apie kai kurias panašias regėjimo transformacijas iš chemijos istorijos. Sakėme, kad Lavoisier pamatė deguonį ten, kur Priestley matė flogistono netekusį orą ir kur kiti apskritai nieko nematė. Tačiau išmokęs matyti deguonį, Lavoisier turėjo pakeisti požiūrį ir į daugelį kitų geriau žinomų substancijų. Pavyzdžiui, jis turėjo pamatyti iš daugelio medžiagų susidedančią rūdą ten, kur Priestley ir jo amžininkai matė paprastą žemę, be to, buvo ir kitų panašių pasikeitimų. Šiaip ar taip, atradęs deguonį Lavoisier matė gamtą kitaip. O kadangi nėra kaip apibūdinti šios hipotetiškai nustatytos gamtos, kurią jis „matė kitaip“, vadovaudamiesi ekonomijos principu sakysime, kad atradęs deguonį Lavoisier dirbo kitokiame pasaulyje.

Netrukus aš pamėginsiu išsiaiškinti, kaip galima išvengti šio keisto pasakymo, tačiau pirmiausia mums reikia aptarti dar vieną jo vartojimo pavyzdį, šį kartą paimtą iš geriausiai žinomos Galilei'aus darbų srities. Nuo gilios senovės daugelis žmonių matė, kaip vienas ar kitas sunkus kūnas svyruoja ant virvės ar grandinės pirmyn ir atgal, kol pagaliau pasiekia rimties būvį. Aristotelio šalininkų, maniusių, kad sun-

[9] Žr. VII skyriuje pateiktą aptarimą ir 9-oje išnašoje nurodytą literatūrą.

kus kūnas dėl pačios savo prigimties juda iš aukštesnės padėties į natūralios rimties būvį žemesnėje padėtyje, požiūriu, svyruojantis kūnas buvo tiesiog krintantis kūnas, susiduriantis su kliūtimi. Prilaikomas grandinės, jis galėjo pasiekti rimtį savo žemutiniame taške tik po ilgalaikio svyravimo. Kita vertus, Galilei stebėdamas svyruojantį kūną matė svyruoklę, kūną, kuriam beveik pavyksta be galo vėl ir vėl periodiškai atlikti tą patį judesį. Šitai pamatęs, Galilei pastebėjo ir kitas svyruoklės savybes ir jomis grindė daugelį svarbiausių ir originaliausių savo naujosios dinamikos idėjų. Pavyzdžiui, svyruoklės savybės jam suteikė vienintelį išsamų ir tvirtą argumentą, kad kritimo greitis nepriklauso nuo svorio, taip pat kad judėjimo nuožulnia plokštuma galutinis greitis priklauso nuo vertikalaus aukščio[10]. Visus šiuos gamtos reiškinius jis matė kitaip, negu jie buvo matomi anksčiau.

Kodėl įvyko šis regėjimo pokytis? Žinoma, tai lėmė paties Galilei'aus genialumas. Tačiau pažymėsime, kad genialumas čia pasireiškia ne tikslesniu ar objektyvesniu svyruojančio kūno stebėjimu. Aprašymo požiūriu Aristotelio suvokimas yra toks pat tikslus. Kai Galilei paskelbė, kad svyruoklės periodas nepriklauso nuo amplitudės, jeigu ji neviršija 90°, jo požiūris į svyruoklę leido jam įžvelgti daugiau dėsningumų, negu mes šiandien galime surasti šioje srityje[11]. Veikiau čia svarbiausia buvo tai, kad genijus pasinaudojo suvokimo galimybėmis, kurias suteikė viduramžių paradigmos pakeitimas. Galilei'aus pažiūros nebuvo visiškai suformuotos aristotelizmo. Priešingai, jis buvo išmokytas analizuoti judėjimus remiantis impulso teorija – vėlesne viduramžių paradigma, teigusia, kad tolydinis sunkaus kūno judėjimas yra nulemtas vidinės jėgos, kurią jam suteikė kūrėjas, davęs pradžią jo judėjimui. Jeanas

[10] Galileo Galilei, *Dialogues concerning Two New Sciences*, trans. H. Crew and A. de Salvio (Evanston, Ill., 1946), p. 80–81, 162–166.

[11] *Ibid.*, p. 91–94, 244.

Buridanas ir Mikalojus Orezmietis, XIV a. scholastai, galutinai suformulavę impulso teoriją, pirmieji virpamuosiuose judesiuose įžvelgė dalį to, ką juose įžvelgė Galilei. Buridanas virpančios stygos judėjimą aprašo kaip judėjimą, kuriam impulsas suteikiamas užgaunant stygą; tada impulsas eikvojamas įveikti stygos įtempimo pasipriešinimui jai pereinant į kitą padėtį; po to įtempimas grąžina stygą atgal suteikdamas stiprėjantį impulsą, kol pasiekiamas judėjimo vidurio taškas; tada impulsas judina stygą į priešingą pusę, vėl įveikdamas jos įtempimą, ir taip toliau; šis simetriškas procesas gali tęstis be galo. Vėliau tame pačiame šimtmetyje Orezmietis pateikė panašią svyruojančio akmens analizę, kurią dabar galima laikyti pirmuoju svyruoklės aprašymu[12]. Jo požiūris aiškiai labai artimas tam, kurio laikėsi Galilei, kai pirmą kartą ėmėsi analizuoti svyruoklę. Bent jau tiek Orezmiečio, tiek beveik neabejotinai ir Galilei'aus atveju tai buvo požiūris, kuris tapo įmanomas nuo aristoteliškosios judėjimo paradigmos perėjus prie scholastinės impulso paradigmos. Kol nebuvo sukurta ši scholastinė paradigma, mokslininkai negalėjo matyti jokių svyruoklių, jie matė tik svyruojančius akmenis. Svyruoklės atsiradimą galima traktuoti kaip paradigmos nulemtą geštalto pasikeitimą.

Tačiau ar tai, kas Galilei skiria nuo Aristotelio ar Lavoisier – nuo Priestley'o, iš tiesų būtina apibūdinti kaip tam tikrą regėjimo transformaciją? Ar šie žmonės iš tiesų *matė* skirtingus dalykus *žvelgdami* į tos pačios rūšies objektus? Ar yra pagrindo teigti, kad savo tyrinėjimus jie vykdė skirtinguose pasauliuose? Nebegalima atidėlioti šių klausimų, nes, matyt, yra ir kitas, kur kas įprastesnis būdas aprašyti visiems anksčiau pateiktiems istoriniams pavyzdžiams. Daugelis skaitytojų tikriausiai norės pasakyti, kad pasikeitus paradigmai keičiasi tik mokslininko pateikiama stebėjimų, kurie pa-

[12] M. Clagett, *The Science of Mechanics in the Middle Ages* (Madison, Wis., 1959), p. 537–538, 570.

tys yra visiškai nulemti aplinkos prigimties ir suvokimo mechanizmo, interpretacija. Šiuo požiūriu, ir Priestley, ir Lavoisier matė deguonį, tačiau jie skirtingai interpretavo savo stebėjimus; ir Aristotelis, ir Galilei matė svyruokles, tačiau jie skirtingai interpretavo tai, ką matė.

Iš karto pasakysiu, kad ši labai paplitusi nuomonė apie tai, kas atsitinka, kai pasikeičia mokslininkų požiūris fundamentaliais klausimais, negali būti nei visiškai neteisinga, nei tiesiog klaida. Veikiau tai yra esminė filosofinės paradigmos, kurią pateikė Descartes'as ir kuri buvo išplėtota tuo pačiu metu kaip ir Newtono dinamika, dalis. Ši paradigma buvo labai naudinga ir mokslui, ir filosofijai. Jos, kaip ir pačios dinamikos, taikymas buvo labai vaisingas, tokio fundamentalaus supratimo tikriausiai nebūtų buvę galima įgyti kitu būdu. Tačiau, kaip rodo ir Newtono dinamikos pavyzdys, net ir stulbinama sėkmė nesuteikia jokių garantijų, kad krizę galima atitolinti neribotą laiką. Šiandien įvairių filosofijos, psichologijos, lingvistikos ir net meno istorijos sričių tyrinėtojai visiškai sutaria, kad tradicinė paradigma yra deformuota. Kad ji nėra tinkama, vis aiškiau rodo istorinė mokslo analizė, į kurią čia neišvengiamai sutelktas mūsų dėmesys.

Nė vienas iš šių krizę skatinančių veiksnių kol kas nesukūrė gyvybingos alternatyvos tradicinei epistemologinei paradigmai, tačiau jie pamažu išryškina, kokie turėtų būti kai kurie šios paradigmos bruožai. Pavyzdžiui, man visiškai aišku, kokių keblumų sukelia teiginys, kad kai Aristotelis ir Galilei žiūrėjo į svyruojančius akmenis, pirmasis matė sulaikomą kritimą, o antrasis – svyruoklę. Tuos pačius keblumus, netgi fundamentalesne forma, sukelia ir įžanginiai šio skyriaus sakiniai: nors pasikeitus paradigmai pasaulis nepasikeičia, po to mokslininkas dirba kitokiame pasaulyje. Tačiau aš įsitikinęs, kad mes turime išmokti suprasti teiginius, bent jau panašius į šiuos. To, kas įvyksta mokslo revoliucijos periodu, negalima laikyti tik nauja atskirų ir nekintamų faktų interpretacija. Pirmiausia, tie faktai nėra neabejotinai nekintami.

Svyruoklė nėra krintantis akmuo, o deguonis nėra flogistono netekęs oras. Vadinasi, faktai, kuriuos mokslininkai sukaupia stebėdami šiuos skirtingus objektus, kaip netrukus pamatysime, patys yra skirtingi. Dar svarbiau tai, kad individo ar bendruomenės perėjimo nuo sulaikomo kritimo prie svyruoklės ar nuo flogistono netekusio oro prie deguonies procesas visai nepanašus į interpretaciją. Ir kaip jis galėtų būti panašus, jeigu nėra tvirtai nustatytų faktų, kuriuos mokslininkas galėtų interpretuoti? Naują paradigmą priėmęs mokslininkas yra ne interpretatorius, bet veikiau žmogus, žvelgiantis pro vaizdą apverčiančius lęšius. Susidūręs su ta pačia objektų visuma kaip anksčiau ir tai žinodamas, jis vis dėlto įsitikina, kad daugelis jų detalių yra transformuotos.

Šiomis pastabomis nenorima pasakyti, kad mokslininkams nebūdinga interpretuoti stebėjimus ir faktus. Priešingai, Galilei interpretavo svyruoklės stebėjimus, Aristotelis – krintančių akmenų stebėjimus, Musschenbroekas – įelektrinto indo stebėjimus, o Franklinas – kondensatoriaus stebėjimus. Tačiau visų šių interpretacijų prielaida buvo paradigma. Jos buvo normalaus mokslo, veiklos, kurios tikslas yra tobulinti, plėsti ir tikslinti jau egzistuojančią paradigmą, elementai. Trečiajame skyriuje buvo pateikta daug pavyzdžių, kuriuose interpretacija vaidino pagrindinį vaidmenį. Tie pavyzdžiai yra tipiški, jie atspindi didžiąją dalį mokslinių tyrimų. Kiekviename iš jų mokslininkas, vadovaudamasis priimta paradigma, žinojo, koks yra faktas, kokiomis priemonėmis galima naudotis norint jį aptikti ir kokios sąvokos tinka jam interpretuoti. Jeigu egzistuoja paradigma, faktų interpretavimas yra svarbiausias juos tiriančios veiklos elementas.

Tačiau ši interpretacinė veikla gali tik plėtoti paradigmą, o ne koreguoti ją, – tai ir buvo ankstesnio paragrafo tema. Normalus mokslas apskritai negali pakoreguoti paradigmų. Vietoj to, kaip jau matėme, normalus mokslas galiausiai priverčia pripažinti anomalijas ir priveda prie krizių. O pastarąsias pašalina ne apmąstymai ir interpretacijos, bet palyginti netikė-

tas ir nestruktūrinis įvykis, panašus į geštalto pakeitimą. Tuomet mokslininkai dažnai kalba apie tai, kad „nuo akių tarsi šydas nukrito", arba apie „žaibo blyksnį", kuris „nutvieskia" anksčiau neįžvelgiamą galvosūkį, įgalina pamatyti jo komponentus kitu aspektu ir taip pirmąkart suteikia galimybę jį išspręsti. Kitais atvejais toks nušvitimas ištinka miegant[13]. Nė viena iš įprastinių termino „interpretacija" prasmių netinka nusakyti tiems intuicijos blyksniams, kurių dėka randasi paradigma. Nors tokios įžvalgos priklauso nuo patyrimo – tiek anomalaus, tiek atitinkančio teorijas, – įgyto vadovaujantis senąja paradigma, jos nėra logiškai ar net fragmentiškai susijusios su atskirais to patyrimo elementais, kaip būtų susijusi interpretacija. Vietoj to jos suima dideles to patyrimo dalis ir pertvarko jas į visiškai kitokį patyrimo visetą, kurio fragmentai po to susiejami ne su senąja, bet su naująja paradigma.

Kad daugiau sužinotume apie tai, kokie gali būti šie patyrimo skirtumai, trumpai sugrįžkime prie Aristotelio, Galilei'aus ir svyruoklės. Kokie duomenys kiekvienam iš jų buvo prieinami dėl jų skirtingų paradigmų ir įprastos aplinkos sąveikos? Stebėdami sulaikomą kritimą, aristotelininkai turėjo matuoti (ar bent jau aptarti – jie retai matuodavo) akmens svorį, vertikalų jo pakilimo aukštį ir laiką, per kurį jis pasiekia rimties būvį. Kartu su aplinkos pasipriešinimu tai buvo konceptualinės kategorijos, kuriomis rėmėsi aristoteliškasis mokslas, analizuodamas krintantį kūną[14]. Jomis grindžiamas normalus mokslinis tyrimas negalėjo sukurti dėsnių, kuriuos

[13] [Jacques] Hadamard, *Subconscient intuition, et logique dans la recherche scientifique* (*Conférence faite au Palais de la Découverte le 8 Décembre 1945* [Alençon, n. d.]), p. 7–8. Išsamesnė analizė, tačiau apsiribojanti tik matematikos naujovėmis, pateikta to paties autoriaus kn.: *The Psychology of Invention in the Mathematical Field* (Princeton, 1949).

[14] T. S. Kuhn, „A Function for Thought Experiments", in *Mélanges Alexandre Koyré*, ed. R. Taton and I. B. Cohen, publ. Hermann (Paris, 1963).

atrado Galilei. Jis galėjo tik privesti ir privedė, nors kitu keliu, prie serijos krizių, iš kurių radosi Galilei'aus požiūris į svyruojantį akmenį. Dėl šių krizių ir kitų intelektualinių pokyčių Galilei pamatė svyruojantį akmenį visiškai kitaip. Archimedo atlikti plūduriuojančių kūnų tyrimai įgalino aplinką laikyti neesminiu veiksniu, impulso teorija judėjimui suteikė simetriškumą ir tvarumą, o neoplatonizmas atkreipė Galilei'aus dėmesį į judėjimą apskritimu[15]. Todėl jis matavo tik svorį, spindulį, kampinį poslinkį ir svyravimo periodą, ir tai buvo kaip tik tie duomenys, kuriuos interpretuojant galėjo būti nustatyti Galilei'aus svyruoklės dėsniai. Šiuo atveju interpretacija buvo, galima sakyti nereikalinga. Turint galvoje paradigmas, kuriomis vadovavosi Galilei, į svyruoklės panašius dėsningumus beveik buvo galima patikrinti. Kaip kitaip galėtume paaiškinti Galilei'aus atradimą, kad svarelio svyravimo periodas visiškai nepriklauso nuo amplitudės, – atradimą, kurį iš Galilei'aus gavęs pradžią normalus mokslas turėjo išrauti su šaknimis ir kurio šiandien mes visiškai negalime dokumentiškai patvirtinti? Dėsningumai, kurių negalėjo būti aristotelininko požiūriu (ir kurie faktiškai niekur nebuvo tiksliai patvirtinti gamtos stebėjimų), žmogui, kuris stebėjo svyruojantį akmenį kaip Galilei, buvo tiesioginio patyrimo rezultatas.

Tikriausiai šis pavyzdys yra per daug nerealus, nes aristotelininkai neaprašinėjo jokių samprotavimų apie svyruojančius akmenis. Jų paradigmos požiūriu, tai buvo nepaprastai sudėtingas reiškinys. Tačiau aristotelininkai aptarė paprastesnį atvejį, laisvą akmenų kritimą, ir čia akivaizdūs tie patys regėjimo skirtumai. Stebėdamas krintantį akmenį, Aristotelis matė ne procesą, bet veikiau būsenos kitimą. Todėl, jo požiūriu, svarbūs judėjimo matai buvo visas nueitas atstumas ir visas

[15] A. Koyré, *Etudes Galiléennes* (Paris, 1939), I, p. 46–51; „Galileo and Plato", *Journal of the History of Ideas*, IV (1943), p. 400–428.

sugaištas laikas – parametrai, kurie pateikia tai, ką šiandien pavadintume ne greičiu, bet vidutiniu greičiu[16]. Panašiai, kadangi prigimtis skatino akmenį pasiekti galutinį rimties tašką, Aristotelis svarbiu atstumo parametru kiekvienu judėjimo momentu laikė atstumą *iki* galutinio taško, o ne atstumą *nuo* judėjimo pradžios[17]. Šie konceptualiniai parametrai sudaro daugelio jo gerai žinomų „judėjimo dėsnių" pagrindą ir suteikia jiems prasmę. Tačiau scholastinė kritika pakeitė šį požiūrį į judėjimą – iš dalies tai lėmė impulso paradigma, iš dalies doktrina, žinoma kaip formų daugybiškumo doktrina. Akmuo, kuris juda veikiamas impulso, toldamas nuo pradinio taško įgyja jo vis daugiau ir daugiau; todėl svarbiausiu parametru tapo atstumas nuo, o ne atstumas iki. Be to, Aristotelio greičio sąvoką scholastai suskaidė į sąvokas, kurios netrukus po Galilei'aus tapo mūsų vidutinio greičio ir momentinio greičio sąvokomis. Tačiau žvelgiant per paradigmos, kurios elementai yra šios sąvokos, prizmę, krintantis akmuo, kaip ir svyruoklė, beveik tiesiogiai demonstravo jį valdančius dėsnius. Galilei nebuvo pirmasis, taręs, kad akmenų kritimas yra tolygiai greitėjantis[18]. Be to, savo teoremą šiuo klausimu ir daugelį iš jos išplaukiančių išvadų jis įrodė dar prieš atlikdamas eksperimentus nuožulnioje plokštumoje. Ši teorema buvo dar viena teorema naujų dėsningumų struktūroje – dėsningumų, kurie genijui tapo prieinami pasaulyje, determinuotame kartu gamtos ir paradigmų, formavusių Galilei ir jo amžininkus. Gyvendamas tame pasaulyje, Galilei panorėjęs galėjo paaiškinti, kodėl Aristotelis matė tai, ką matė. Tačiau Galilei'aus eksperimentų su krintančiais akmenimis betarpiškas turinys buvo visai kitoks nei Aristotelio.

[16] Kuhn, „A Function for Thought Experiments", in *Mélanges Alexandre Koyré* (žr. 14-ą išnašą).

[17] Koyré, *Etudes* ..., II, p. 7–11.

[18] Clagett, *op. cit.*, chaps. IV, VI, IX.

Žinoma, tai anaiptol nereiškia, kad mums turi labai rūpėti „betarpiškas patyrimas", t. y. būdingi suvokimo bruožai, kuriuos paradigma taip išryškina, kad jie beveik tiesiogiai atskleidžia savo dėsningumus. Akivaizdu, kad šie bruožai turi keistis, kai mokslininkas ima laikytis tam tikrų paradigmų, tačiau jie toli gražu nėra tai, ką mes paprastai turime galvoje kalbėdami apie neapdorotus duomenis arba juslinį patyrimą, nuo kurio turi prasidėti mokslinis tyrimas. Galimas daiktas, betarpišką patyrimą turėtume palikti nuošalyje kaip fluidą ir vietoj jo aptarti konkrečias operacijas ir matavimus, kuriuos mokslininkas atlieka savo laboratorijoje. Arba galbūt analizė turėtų dar labiau nutolti nuo betarpiškų duomenų. Pavyzdžiui, ji galėtų būti pateikiama tam tikros neutralios stebėjimo kalbos (matyt, sukurtos taip, kad atitiktų atvaizdus tinklainėje, nuo kurių priklauso, ką mokslininkas mato) terminais. Tik vienu iš šių būdų galime tikėtis aptikti sritį, kurioje patyrimas vėl tampa amžinai stabilus – kurioje svyruoklė ir sulaikomas kritimas yra ne skirtingi suvokimai, bet veikiau skirtingos abejonių nekeliančių faktų, kuriuos pateikia svyruojančio akmens stebėjimas, interpretacijos.

Tačiau ar juslinis patyrimas yra pastovus ir neutralus? Ar teorijos yra tiesiog žmogaus sukurtos gautų duomenų interpretacijos? Epistemologinis požiūris, kuriuo tris šimtmečius dažniausiai vadovavosi Vakarų filosofija, nedvejodamas ir vienareikšmiškai atsako: „Taip!" Kadangi nėra aiškiai suformuluotos alternatyvos, mano manymu, neįmanoma visiškai atsisakyti šio požiūrio. Tačiau jis nustojo veiksmingai funkcionuoti, o pastangos priversti jį tai daryti įdiegiant neutralią stebėjimų kalbą dabar man atrodo beviltiškos.

Mokslininko laboratorijoje atliekamos operacijos ir matavimai yra ne patyrimo „duotybės", bet veikiau „sunkiai surinkti duomenys". Jie nėra tai, ką mokslininkas mato, – bent jau kol jo tyrimas dar nepasistūmėjęs į priekį, o dėmesys nesutelktas. Veikiau jie yra konkrečios nuorodos į elementares-

nių suvokimų turinį, ir kaip tokie jie atrinkti nuodugniai normalaus mokslinio tyrimo analizei tik todėl, kad jie žada galimybę vaisingai plėtoti priimtąją paradigmą. Operacijos ir matavimai daug aiškiau determinuoti paradigmos negu betarpiškas patyrimas, iš kurio jie iš dalies kyla. Mokslas neužsiima visomis galimomis laboratorinėmis operacijomis. Jis atsirenka tas, kurios leidžia sugretinti paradigmą su betarpišku patyrimu, iš dalies determinuotu šios paradigmos. Taigi mokslininkai, kurie vadovaujasi skirtingomis paradigmomis, atlieka skirtingas konkrečias laboratorines operacijas. Matavimai, atliekami svyruoklės atveju, neatitinka matavimų sulaikomo kritimo atveju. Lygiai taip pat operacijos, tinkamos atskleisti deguonies savybėms, nėra tokios pačios kaip tos, kurios reikalingos tiriant flogistono netekusio oro ypatybes.

Dėl gryno stebėjimo kalbos, tai galbūt ji dar bus sukurta. Tačiau, praėjus trims šimtmečiams po Descartes'o, mūsų viltys, kad atsiras tokia galimybė, vis dar išimtinai priklauso nuo suvokimo ir proto teorijos. O šiuolaikinės psichologijos eksperimentai sparčiai pateikia vis daugiau reiškinių, su kuriais ši teorija vargiai gali susidoroti. Anties ir triušio eksperimentai rodo, kad du žmonės, kurių tinklainėje yra tie patys atvaizdai, gali matyti skirtingus dalykus; vaizdą apverčiantys lęšiai rodo, kad du žmonės, kurių tinklainėje susidaro skirtingi atvaizdai, gali matyti tą patį dalyką. Psichologija pateikia daugybę kitų to paties efekto įrodymų, ir šio fakto keliamas abejones lengvai sustiprina mėginimų pateikti faktinę stebėjimo kalbą istorija. Nė vienas iš dabartinių mėginimų pasiekti šį tikslą kol kas nepriartėjo prie visuotinės grynųjų suvokimų kalbos. O sėkmingiausi mėginimai turi vieną bendrą bruožą, kuris tvirtai paremia kai kurias pagrindines šios apybraižos tezes. Jie iš pat pradžių taria egzistuojant paradigmą, paimtą arba iš paplitusios mokslinės teorijos, arba iš tam tikro kasdienio diskurso fragmento, o tada stengiasi eliminuoti iš jos visus nelogiškus ir suvokimu nepagrįstus terminus. Kai kuriose diskurso srityse šios pastangos davė toli siekiančių ir labai įdo-

mių rezultatų. Negali būti jokios abejonės, kad tokias pastangas verta tęsti. Tačiau jų rezultatas yra kalba, kuri, kaip ir mokslų vartojamos kalbos, apima daugybę spėjimų apie gamtą ir negali funkcionuoti, kai šie spėjimai nepasitvirtina. Nelsonas Goodmanas nurodo kaip tik šį momentą kalbėdamas apie savo veikalo *Reiškinio struktūra* tikslus: „Laimė, kad nieko daugiau [išskyrus reiškinius, apie kuriuos žinoma, kad jie egzistuoja] nereikia svarstyti, nes „galimų" atvejų, kurie neegzistuoja, bet galėtų egzistuoti, sąvoka toli gražu nėra aiški"[19]. Nė viena kalba, apsiribojanti pasaulio, apie kurį viskas žinoma iš anksto, aprašymu, negali pateikti neutralaus ir objektyvaus „duotybės" apibūdinimo. Filosofiniuose tyrinėjimuose kol kas nerasime nė užuominos apie tai, kokia turėtų būti įstengianti tai padaryti kalba.

Tokiomis aplinkybėmis mes bent jau galime tarti, kad mokslininkai, traktuodami deguonį ir svyruoklę (o galbūt ir atomus bei elektronus) kaip fundamentalius savo betarpiško patyrimo elementus, iš principo ir praktiškai yra teisūs. Dėl paradigmoje įkūnyto rasės, kultūrinės grupės ir pagaliau profesinės bendrijos patyrimo mokslininko pasaulyje atsirado planetos ir svyruoklės, kondensatoriai ir sudėtinės rūdos, ir daugelis kitų panašių dalykų. Palyginti su šiais suvokimo ob-

[19] N. Goodman, *The Structure of Appearance* (Cambridge, Mass., 1951), p. 4–5. Čia verta pateikti pilnesnę citatą: „Jeigu visi tie ir tik tie 1947 m. Vilmingtono gyventojai, kurie svėrė nuo 175 iki 180 svarų, buvo raudonplaukiai, tuomet pasakymai „raudonplaukis 1947 m. Vilmingtono gyventojas„ ir „1947 m. Vilmingtono gyventojas, sveriantis nuo 175 iki 180 svarų" galėtų būti sujungti į konstruktyvų apibrėžimą. ... Klausimas, ar „galėtų būti" toks subjektas, kuriam būtų galima priskirti tik vieną iš šių predikatų, neturi jokios reikšmės ..., kadangi mes nustatėme, kad tokių žmonių nėra. ... Laimė, kad nieko daugiau nereikia svarstyti, nes „galimų" atvejų, kurie neegzistuoja, bet galėtų egzistuoti, sąvoka toli gražu nėra aiški."

jektais, matavimo prietaisų rodmenys ir atvaizdai tinklainėje yra dirbtiniai konstruktai, su kuriais patyrimas yra tiesiogiai susijęs tik tada, kai mokslininkas, siekdamas specialių savo tyrimo tikslų, nustato, kad taip turėtų būti vienu ar kitu atveju. Tai nereiškia, kad, pavyzdžiui, svyruoklė yra vienintelis dalykas, kurį mokslininkas gali matyti žiūrėdamas į svyruojantį akmenį. (Jau kalbėjome apie tai, kad kitos mokslinės bendruomenės nariai galėjo matyti sulaikomą kritimą.) Tačiau tai reiškia, kad į svyruojantį akmenį žiūrintis mokslininkas gali neturėti patyrimo, kuris iš esmės yra elementaresnis už svyruoklės matymą. Alternatyva yra ne tam tikras hipotetinis „fiksuotas" regėjimas, bet regėjimas per kitos paradigmos, kuri svyruojantį akmenį padaro kažkuo kitu, prizmę.

Visa tai atrodys labiau pagrįsta, jeigu vėl prisiminsime, kad nei mokslininkas, nei diletantas nėra išmokę matyti pasaulį dalimis arba fragmentą po fragmento. Išskyrus tuos atvejus, kai visos konceptualinės ir operacinės kategorijos yra parengtos iš anksto – pavyzdžiui, atrasti dar vienam transuraniniam elementui arba pamatyti naujam namui, – ir mokslininkas, ir diletantas iš patyrimo srauto išskiria ištisas sritis. Vaikas, kuris žodį „mama" nuo visų žmonių perkelia visoms moterims, o paskui savo mamai, ne tik sužino, ką reiškia žodis „mama" arba kas yra jo mama. Kartu jis įsisąmonina kai kuriuos vyrų ir moterų skirtumus, taip pat kai ką apie tik vienai iš visų moterų būdingą elgesį su juo. Atitinkamai keičiasi jo reakcijos, lūkesčiai ir įsitikinimai – iš tiesų didžioji dalis jo suvokiamo pasaulio. Panašiai Koperniko šalininkai, atsisakę Saulę vadinti „planeta", ne tik sužinojo, ką reiškia žodis „planeta" arba kas yra Saulė. Kartu jie taip pakeitė žodžio „planeta" reikšmę, kad jis ir toliau galėjo būti naudingas nustatant skirtumus pasaulyje, kuriame visi dangaus kūnai, ne tik Saulė, buvo matomi kitaip nei anksčiau. Tą patį galima pasakyti apie visus anksčiau pateiktus pavyzdžius. Matyti deguonį vietoj flogistono netekusio oro, kondensatorių vietoj Leideno stiklinės arba svyruoklę vietoj sulaikomo

kritimo – tai tik dalis bendro poslinkio, pasikeitusio mokslininko požiūrio į daugybę susijusių cheminių, elektrinių ar dinaminių reiškinių. Paradigmos vienu metu determinuoja didžiules patyrimo sritis.

Tačiau operacinio apibrėžimo ar grynos stebėjimo kalbos paieškas galima pradėti tik po to, kai patyrimas buvo tokiu būdu determinuotas. Mokslininkas ar filosofas, klausiantis, kokie matavimai ar atvaizdai tinklainėje padaro svyruoklę tuo, kas ji yra, jau turi sugebėti matydamas svyruoklę atpažinti ją. Jeigu vietoj jos jis pamatė sulaikomą kritimą, tokio klausimo jis net negali kelti. O jeigu jis pamatė svyruoklę, bet taip, kaip pamatė kamertoną ar svyruojančias svarstykles, į jo klausimą negalima atsakyti. Vadinasi, nors klausimai apie atvaizdus tinklainėje arba apie tam tikrų laboratorinių operacijų rezultatus visuomet yra pagrįsti, o kartais ir nepaprastai vaisingi, jie suponuoja jau tam tikru būdu perceptualiai ir konceptualiai suskaidytą pasaulį. Tam tikra prasme tokie klausimai yra normalaus mokslo elementai, nes jie priklauso nuo paradigmos egzistavimo ir pasikeitus paradigmai į juos atsakoma skirtingai.

Užbaigdami šį skyrių, palikime nuošalyje atvaizdus tinklainėje ir vėl sutelkime dėmesį į laboratorines operacijas, kurios suteikia mokslininkui konkrečias, nors ir fragmentiškas nuorodas į tai, ką jis jau matė. Vienas iš būdų, kaip keičiantis paradigmoms keičiasi tokios laboratorinės operacijos, jau ne kartą buvo aptartas. Po mokslo revoliucijos daugelis senųjų matavimų ir operacijų pasidaro nebetinkamos ir pakeičiamos kitomis. Deguoniui netaikomi tie patys tyrimai kaip flogistono netekusiam orui. Bet tokio pobūdžio pasikeitimai niekuomet nebūna totaliniai. Po revoliucijos mokslininkas žiūri į tą patį pasaulį, kad ir ką jis tada matytų. Be to, didžioji dalis jo žodyno ir laboratorinių priemonių lieka tos pačios kaip ir anksčiau, nors galbūt prieš revoliuciją jis taikė jas kitaip. Todėl po revoliucijos mokslas visada naudoja daug tų pačių operacijų, atliekamų tomis pačiomis priemonėmis ir aprašomų tais pa-

čiais terminais, kaip ir prieš revoliuciją. Jeigu šios pastovios operacijos apskritai pasikeičia, tas pasikeitimas turi apimti arba jų santykį su paradigma, arba konkrečius jų rezultatus. Dabar, remdamasis dar vienu, paskutiniu pavyzdžiu, aš manau, kad įvyksta abiejų rūšių pokyčiai. Analizuodami Daltono ir jo amžininkų darbus pamatysime, kad ta pati operacija, taikoma gamtai vadovaujantis kitokia paradigma, gali tapti visiškai kito gamtos dėsningumo aspekto rodikliu. Be to, pamatysime, kad kartais senoji operacija, atlikdama naują vaidmenį, duoda kitokius konkrečius rezultatus.

Didžiąją dalį XVIII amžiaus ir XIX amžiuje Europos chemikai beveik visuotinai buvo įsitikinę, kad elementarius atomus, iš kurių susideda visos cheminės medžiagos, laiko draugėje tarpusavio giminiškumo jėgos. Antai sidabro gabalas yra vieningas dėl tarp sidabro dalelių veikiančių giminiškumo jėgų (po Lavoisier pačios šios dalelės buvo laikomos susidedančiomis iš dar elementaresnių dalelyčių). Remiantis ta pačia teorija, sidabras tirpsta rūgštyje (arba druska vandenyje), kadangi rūgšties dalelės traukia sidabro daleles (arba vandens dalelės traukia druskos daleles) stipriau, negu šių tirpių medžiagų dalelės traukia viena kitą. Arba varis tirpsta sidabro tirpale ir nusodina sidabrą, kadangi vario ir rūgšties giminiškumas stipresnis negu rūgšties ir sidabro. Tuo pačiu būdu buvo paaiškinta daugybė kitų reiškinių. XVIII a. atrankinio giminiškumo teorija buvo puiki chemijos paradigma, plačiai ir kartais vaisingai taikyta rengiant cheminius eksperimentus ir analizuojant jų rezultatus[20].

Tačiau giminiškumo teorija griežtai skyrė fizinius mišinius nuo cheminių junginių tokiu būdu, kuris pripažinus Daltono darbus pasidarė neįprastas. XVIII a. chemikai pripažino dviejų rūšių procesus. Kai sumaišius medžiagas išsiskirdavo šilu-

[20] H. Metzger, *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique* (Paris, 1930), p. 34–68.

ma, šviesa, dujų burbuliukai ar dar kas nors panašaus, buvo manoma, kad vyksta cheminis jungimasis. Kita vertus, jeigu mišinio daleles buvo galima pastebėti akimis arba mechaniškai atskirti, tai buvo tik fizinis mišinys. Tačiau daugeliu tarpinių atvejų – druska vandenyje, lydiniai, stiklas, deguonis atmosferoje ir t. t. – šie primityvūs kriterijai davė nedaug naudos. Vadovaudamiesi savo paradigma, dauguma chemikų visus šiuos tarpinius junginius laikė cheminiais, nes visus jiems būdingus procesus valdė tos pačios rūšies jėgos. Druska vandenyje arba deguonis azote buvo toks pat cheminio junginio pavyzdys, kaip ir junginys, susidaręs dėl vario oksidacijos. Argumentai, palaikantys požiūrį, kad tirpalus reikia laikyti junginiais, buvo labai svarūs. Pati giminiškumo teorija buvo patvirtinta. Be to, junginio susidarymas paaiškino pastebimą tirpalo vienalytiškumą. Jeigu, pavyzdžiui, deguonis ir azotas atmosferoje būtų tik susimaišę, bet nesusijungę, sunkesnės dujos, deguonis, nusileistų į apačią. Daltonas, laikęs atmosferą mišiniu, niekada negalėjo įtikinamai paaiškinti, kodėl taip neatsitinka. Jo atominės teorijos pripažinimas galiausiai sukūrė anomaliją ten, kur anksčiau jos nebuvo[21].

Sunku atsispirti pagundai pasakyti, kad chemikų, laikiusių tirpalus junginiais, ir jų įpėdinių požiūrio skirtumas buvo susijęs tik su apibrėžimu. Tam tikra prasme taip galėjo būti. Tačiau tik ne ta prasme, kuria apibrėžimai tampa konvencionalūs ir kuriami patogumo dėlei. XVIII a. nemokėta visiškai atskirti mišinių nuo junginių operaciniais bandymais, galbūt to ir nebuvo įmanoma padaryti. Net jeigu chemikai imdavosi tokių bandymų, jie turėjo ieškoti kriterijų, kurie leistų tirpalą laikyti junginiu. Mišinio ir junginio skyrimas buvo jų paradigmos dalis – visos jų tiriamos srities traktavimo ele-

[21] *Ibid.*, p. 124–129, 139–148. Apie Daltoną žr.: Leonard K. Nash, *The Atomic-Molecular Theory* („Harvard Case Histories in Experimental Science", Case 4; Cambridge, Mass., 1950), p. 14–21.

mentas – ir kaip toks jis buvo svarbesnis už bet kurį atskirą laboratorinį bandymą, bet ne už chemijos kaip visumos sukauptą patyrimą.

Tačiau kadangi chemija buvo traktuojama tokiu požiūriu, chemijos reiškiniai iliustravo dėsnius, kurie skyrėsi nuo atsiradusiųjų priėmus naująją Daltono paradigmą. Pavyzdžiui, kol tirpalai buvo laikomi junginiais, cheminiai eksperimentai, kad ir kiek jų būtų atlikta, patys savaime negalėjo atskleisti pastovių santykių dėsnio. XVIII a. pabaigoje buvo plačiai žinoma, kad *kai kuriems* junginiams paprastai būdingas pastovus jų komponentų svorių santykis. Vokiečių chemikas Richteris atskleidė ir daugiau kai kurių reakcijų kategorijų dėsningumų, kuriuos dabar apima cheminių ekvivalentų dėsnis[22]. Tačiau nė vienas chemikas niekur nesinaudojo šiais dėsningumais, išskyrus receptus, ir nė vienas beveik iki pat amžiaus pabaigos nepagalvojo jų apibendrinti. Turint galvoje akivaizdžius priešingus pavyzdžius, tokius kaip stiklas ar druska vandenyje, joks apibendrinimas nebuvo įmanomas neatsisakius giminiškumo teorijos ir neišplėtus konceptualinių chemijos srities ribų. Ši išvada paaiškėjo pačioje amžiaus pabaigoje iš garsiosios prancūzų chemikų Prousto ir Berthollet diskusijos. Pirmasis teigė, kad visoms cheminėms reakcijoms būdingi pastovūs santykiai, antrasis – kad ne. Kiekvienas pateikė įtaigių eksperimentinių savojo požiūrio įrodymų. Tačiau mokslininkai neįtikino vienas kito, ir jų diskusija nedavė jokių rezultatų. Ten, kur Berthollet matė nepastovios sudėties junginį, Proustas matė tik fizinį mišinį[23]. Šios problemos nebuvo galima išspręsti nei eksperimentu, nei pakeitus sutartinį apibrėži-

[22] J. R. Partington, *A Short History of Chemistry* (2d ed.; London, 1951), p. 161–163.

[23] A. N. Meldrum, „The Development of the Atomic Theory: (1) Berthollet's Doctrine of Variable Proportions", *Manchester Memoirs*, LIV (1910), p. 1–16.

mą. Abiejų mokslininkų nesutarimai buvo tokie pat fundamentalūs, kaip Galilei'aus ir Aristotelio.

Tokia situacija buvo tuo metu, kai Daltonas atliko savo tyrimus, įgalinusius sukurti cheminę atomų teoriją. Tačiau iki pat paskutinių šių tyrimų stadijų Daltonas nebuvo chemikas ir nesidomėjo chemija. Jis buvo meteorologas ir tyrė fizikines dujų absorbavimo vandenyje ir vandens absorbavimo atmosferoje problemas. Iš dalies dėl to, kad turėjo kitokį profesinį pasirengimą, iš dalies dėl to, kad dirbo kaip kitos profesijos atstovas, analizuodamas šias problemas jis vadovavosi kitokia paradigma negu to meto chemikai. Pavyzdžiui, dujų susimaišymą arba jų absorbavimą vandenyje jis laikė fizikiniu procesu, kuriame giminiškumo jėgos nevaidina jokio vaidmens. Todėl pastebimas tirpalų vienalytiškumas jam atrodė problema, tačiau jis manė galėsiąs ją išspręsti, jeigu jam pavyks nustatyti eksperimentinius mišinius sudarančių įvairių atominių dalelių santykinius dydžius ir svorius. Būtent stengdamasis nustatyti šiuos dydžius ir svorius Daltonas galų gale ėmėsi chemijos, iš pat pradžių taręs, kad tam tikroje ribotoje reakcijų, kurias jis laikė cheminėmis, kategorijoje atomai gali jungtis tik vienas su vienu arba kokiu nors kitu paprastu sveiko skaičiaus santykiu[24]. Ši natūrali prielaida padėjo jam nustatyti elementarių dalelių dydžius ir svorius, tačiau pastovaus santykio dėsnis virto tautologija. Daltono požiūriu, kiekviena reakcija, kurios komponentai nepaklūsta pastovių santykių dėsniui, *ipso facto** nėra grynai cheminis procesas. Dėsnis, kurio nebuvo galima eksperimentiškai nustatyti iki Daltono darbų, pripažinus šiuos darbus tapo esminiu principu, kurio negalėjo pažeisti nė vienas atskiras cheminių matavimų visetas. Įvykus tam, ką tikriausiai galima laikyti geriausiu mokslo

* Dėl to, savaime (*lot.*). – *Vert.*

[24] L. K. Nash, „The Origin of Dalton's Chemical Atomic Theory", *Isis*, XLVII (1956), p. 101–116.

revoliucijos pavyzdžiu, tos pačios cheminės operacijos įgijo visai kitokį ryšį su cheminiu apibendrinimu negu anksčiau.

Nėra reikalo sakyti, kad kai Daltonas pirmą kartą paskelbė savo išvadas, daugelis jas puolė. Pavyzdžiui, Berthollet niekada jomis netikėjo. Turint galvoje problemos esmę, taip ir turėjo būti. Tačiau daugumai chemikų naujoji Daltono paradigma buvo įtikinama tais atžvilgiais, kuriais jie negalėjo pasikliauti Prousto paradigma, nes jos išvados buvo platesnės ir svarbesnės negu tik naujas kriterijus skirti mišiniams nuo junginių. Pavyzdžiui, jeigu atomai gali chemiškai jungtis tik paprastais sveiko skaičiaus santykiais, tai išanalizavus esamus cheminius duomenis turėjo išryškėti tiek kartotinių, tiek pastovių santykių pavyzdžiai. Chemikai neberašė, kad, tarkim, deguonis sudaro 56% ir 72% dviejų anglies oksidų svorio; vietoj to jie rašė, kad viena anglies svorio dalis jungiasi arba su 1,3, arba su 2,6 deguonies svorio dalimis. Kai šitaip buvo užrašyti senų laboratorinių operacijų rezultatai, santykis 2:1 pasidarė akivaizdus; tas pats paaiškėjo analizuojant ir daugelį gerai žinomų reakcijų, ir naujas. Be to, remiantis Daltono paradigma buvo galima paaiškinti Richterio darbus ir įžvelgti bendrą jo išvadų pobūdį. Kita vertus, ji paskatino atlikti kitus eksperimentus, pavyzdžiui, Gay-Lussaco eksperimentus, kuriais buvo tiriamas dujų tūrių jungimasis, o šie atskleidė dar kitus dėsningumus, apie kuriuos chemikai anksčiau nė nenutuokė. Iš Daltono chemikai perėmė ne naujus eksperimentinius dėsnius, bet naują cheminių tyrimų būdą (jis pats tai vadino „naująja chemijos filosofijos sistema"), ir šis būdas netrukus pasirodė esąs toks vaisingas, kad jam galėjo priešintis tik keletas vyresniosios kartos Prancūzijos ir Britanijos chemikų[25]. Taigi chemikai ėmė

[25] A. N. Meldrum, „The Development of the Atomic Theory: (6) The Reception Accorded to the Theory Advocated by Dalton", *Manchester Memoirs*, LV (1911), p. 1–10.

gyventi pasaulyje, kuriame reakcijos vyko visiškai kitaip nei anksčiau.

Toliau vykstant šiam procesui, atsirado dar vienas būdingas ir labai svarbus pokytis. Vienur kitur ėmė keistis patys kiekybiniai chemijos duomenys. Ieškodamas chemijos literatūroje duomenų, kurie paremtų jo fizikinę teoriją, Daltonas rado keletą tam tinkamų reakcijų aprašymų, tačiau vargu ar jis galėjo nepastebėti kitų, kurios visai netiko. Paties Prousto atlikti dviejų vario oksidų matavimai parodė, pavyzdžiui, kad deguonies svorio santykis juose buvo 1,47:1, o ne 2:1, kaip reikalavo atominė teorija; Proustas buvo kaip tik tas mokslininkas, iš kurio buvo galima tikėtis, kad jis aptiks Daltono atrastąjį santykį[26]. Kitaip tariant, jis buvo puikus eksperimentatorius, ir jo požiūris į mišinių ir junginių santykį buvo labai artimas Daltono požiūriui. Tačiau labai sunku priversti gamtą atitikti paradigmą. Štai kodėl normalaus mokslo galvosūkiai reikalauja tiek daug pastangų, o be paradigmos atliekami matavimai retai kada duoda kokių nors rezultatų. Todėl chemikai negalėjo pripažinti Daltono teorijos kaip akivaizdžios, nes daug kas liudijo ne jos naudai. Be to, net ir priėmę jo teoriją jie turėjo padėti nemažai pastangų, kad suderintų gamtą su ja, ir šiame procese dalyvavo dar ir paskesnė chemikų karta. Kai tai buvo padaryta, net ir gerai žinomų junginių procentinė sudėtis pasirodė esanti kitokia. Pasikeitė patys duomenys. Tai yra paskutinis dalykas, kurį mes turime galvoje sakydami, kad po revoliucijos mokslininkai dirba kitokiame pasaulyje.

[26] Apie Proustą žr.: Meldrum, „Berthollet's Doctrine of Variable Proportions", *Manchester Memoirs*, LIV (1910), p. 8. Laipsniški cheminių junginių sudėties ir atominių svorių matavimų pokyčiai dar išsamiai neaprašyti, tačiau cituotame Partingtono veikale yra daug naudingų gairių šiuo klausimu.

XI. REVOLIUCIJŲ NEPASTEBIMUMAS

Dar turime išsiaiškinti, kaip baigiasi mokslo revoliucijos. Tačiau, manau, prieš tai būtina galutinai išsklaidyti abejones dėl jų egzistavimo ir prigimties. Revoliucijų esmę aš stengiausi atskleisti iliustracijomis, ir pavyzdžių būtų galima pateikti *ad nauseam**. Bet, aišku dauguma iš jų, sąmoningai pasirinkti dėl to, kad yra gerai žinomi, paprastai buvo laikomi ne revoliucijomis, o mokslo žinių papildymu. Lygiai taip pat gali būti traktuojamos ir bet kurios kitos iliustracijos, todėl jos tikriausiai būtų neefektyvios. Mano manymu, esama labai svarių priežasčių, kodėl revoliucijos iš tiesų yra beveik nepastebimos. Ir mokslininkai, ir diletantai kūrybinės mokslinės veiklos vaizdinį daugiausia perima iš autoritetingo šaltinio, kuris sistemingai maskuoja (iš dalies dėl svarbių funkcinių priežasčių) mokslo revoliucijų egzistavimą ir reikšmę. Tik suvokus ir išanalizavus šio autoriteto prigimtį galima tikėtis istorinį pavyzdį padaryti visiškai efektyvų. Be to, nors šį požiūrį išsamiai galėsiu išdėstyti tik baigiamajame skyriuje, jau dabar analizuojant išryškės vienas mokslinio darbo aspektas, kuris aiškiausiai skiria jį nuo visos kitos kūrybinės veiklos, išskyrus galbūt teologiją.

Kalbėdamas apie autoritetingą šaltinį, aš turiu galvoje iš esmės įvairių mokslo sričių vadovėlius ir jais paremtus populiarius ir filosofinius veikalus. Iki pastarojo meto nebuvo prieinami jokie kiti reikšmingi mokslinės informacijos šaltiniai, išskyrus mokslinio tyrinėjimo praktiką. Visoms šioms

* Iki koktumo (*lot.*). – *Vert.*

trims informacijos kategorijoms bendra tai, kad jos remiasi jau suformuluotų problemų, duomenų ir teorijų visetu, dažniausiai tam tikromis paradigmomis, kuriomis mokslinė bendruomenė vadovaujasi tuo metu, kai rašomi šie veikalai. Vadovėlių tikslas yra mokyti šiuolaikinės mokslo kalbos žodyno ir sintaksės. Populiarioji literatūra stengiasi aprašyti tuos pačius dalykus kasdienio gyvenimo kalbai artimesne kalba. O mokslo filosofija, ypač anglų kalbą vartojančiose šalyse, analizuoja to paties mokslo žinių viseto loginę struktūrą. Nors nuodugniau įsigilinus neišvengiamai išryškėtų labai realūs šių trijų žanrų skirtumai, čia mums labiau rūpi jų panašumai. Visi trys veikalų tipai aprašo nusistovėjusius praeities revoliucijų *rezultatus* ir taip atskleidžia esamos normalaus mokslo tradicijos pagrindus. Kad atliktų savo funkciją, jie nebūtinai turi pateikti autentišką informaciją apie tai, kokiu būdu šie pagrindai buvo surasti ir paskui pripažinti specialistų. Bent jau vadovėliai dėl tam tikrų priežasčių šiais klausimais gali būti sistemingai klaidinantys.

Antrajame skyriuje pažymėjome, kad pirmosios paradigmos atsiradimą bet kurioje mokslo srityje visuomet lydėjo didėjantis pasitikėjimas vadovėliais ar kitomis panašaus pobūdžio knygomis. Paskutiniame šios apybraižos skyriuje pamėginsime įrodyti, kad brandaus mokslo dominavimas, kurį įtvirtina tokie vadovėliai, jo raidos modelį ryškiai skiria nuo kitų sričių raidos modelių. Kol kas tarkime kaip savaime suprantamą dalyką, kad tiek diletanto, tiek specialisto žinios apie mokslą kur kas labiau nei kitose srityse remiasi vadovėliais ir kai kuriomis kitomis jiems artimomis literatūros rūšimis. Tačiau vadovėliai, kurie yra pedagoginė normalaus mokslo įamžinimo priemonė, turi būti visiškai arba iš dalies perrašomi kiekvieną kartą, kai keičiasi normalaus mokslo kalba, problemų struktūra arba standartai. Trumpai tariant, jie turi būti perrašomi po kiekvienos mokslo revoliucijos, o perrašyti jie neišvengiamai užmaskuoja ne tik juos suformavusios revoliucijos vaidmenį, bet ir patį jos egzistavimą. Jeigu mokslininkas ar

diletantas, skaitantis mokomąją literatūrą, pats gyvendamas nepatyrė revoliucijos, jo istorinis supratimas apima tik pačių paskutinių tos srities revoliucijų rezultatą.

Taigi vadovėliai pirmiausia susiaurina mokslininko supratimą apie tam tikros disciplinos istoriją, o paskui susidariusias spragas užkaišo surogatais. Paprastai mokslo vadovėliuose pateikiama nedaug istorijos – arba įžangoje, arba dažniausiai išbarstytose nuorodose apie didžius ankstesniųjų amžių žmones. Tokios nuorodos ir studentams, ir profesionalams padeda pasijusti senos istorinės tradicijos dalyviais. Tačiau iš vadovėlių perimta tradicija, su kuria mokslininkai save susieja, iš tiesų niekada neegzistavo. Dėl akivaizdžių ir grynai funkcinių priežasčių vadovėliai (ir daugelis senesniųjų mokslo istorijos darbų) kalba tik apie tuos praeities mokslininkų darbus, kuriuos lengvai galima traktuoti kaip prisidėjusius prie problemų, susijusių su ta paradigma, kurios laikomasi vadovėlyje, formulavimo ir sprendimo. Iš dalies tendencingai atrenkant medžiagą, iš dalies ją iškraipant ankstesniųjų amžių mokslininkai vaizduojami kaip sprendę tas pačias nusistovėjusias problemas pagal tuos pačius nusistovėjusius kanonus, kuriuos paskutinė mokslo teorijos ir metodo revoliucija paskatino laikyti moksliniais. Nenuostabu, kad po kiekvienos mokslo revoliucijos vadovėliai ir jų teikiama istorinė tradicija turi būti perrašomi. Ir nenuostabu, kad kiekvieną kartą juos perrašius mokslas ima atrodyti iš esmės kumuliatyvus.

Be abejo, mokslininkai yra ne vienintelė grupė, linkusi manyti, kad ankstesnė jos disciplinos raida nenukrypstamai vyko dabartinės jos situacijos linkme. Pagunda rašyti istoriją retrospektyviai egzistavo visur ir visada. Tačiau mokslininkai lengviau pasiduoda pagundai perrašyti istoriją – iš dalies dėl to, kad nematyti akivaizdžios mokslinio tyrinėjimo rezultatų priklausomybės nuo gvildenamos problemos istorinio konteksto, o iš dalies dėl to, kad, išskyrus krizės ir revoliucijos tarpsnius, mokslininko pozicija atrodo tokia tvir-

ta. Mokslo dabarties ar praeities istorinis detalizavimas ar atsakingesnis istorinių detalių pateikimas gali tik suteikti dirbtinį statusą individualiam stiliui, klaidoms ir painiavai. Kam aukštinti tai, ką didžiausiomis ir atkakliausiomis mokslo pastangomis pasidarė galima atmesti? Istorinio fakto nuvertinimas stipriai ir, matyt, funkciškai įsigalėjęs mokslo kaip profesijos ideologijoje, o juk ši profesija labiau už viską vertina kitų rūšių faktines detales. Whiteheadas puikiai pagavo neistorinę mokslinės bendruomenės dvasią: „Mokslas, kuris nesiryžta užmiršti savo pradininkų, yra žuvęs", – rašė jis. Tačiau jis buvo ne visai teisus, nes mokslui, kaip ir kitokiai profesinei veiklai, reikalingi savi didvyriai ir jis išsaugo jų vardus. Laimė, užuot pamiršę šiuos didvyrius, mokslininkai turėjo galimybę pamiršti arba iš naujo įvertinti jų darbus.

Dėl to randasi nepaliaujama tendencija vaizduoti mokslo istoriją kaip tiesinę ar kumuliatyvią – ši tendencija daro įtaką mokslininkams net tada, kai jie žvelgia atgal į savo pačių tyrinėjimus. Pavyzdžiui, visi trys nesuderinami Daltono pranešimai apie jo cheminio atomizmo teorijos plėtojimą sudaro įspūdį, kad jį nuo pat pradžių domino tik tos cheminės medžiagų jungimosi proporcijų problemos, kurias vėliau išsprendęs jis išgarsėjo. Iš tiesų šios problemos jam tikriausiai iškilo tik tada, kai radosi jų sprendimas, t. y. tada, kai jo kūrybinis darbas buvo beveik užbaigtas[1]. Visuose Daltono aprašymuose nekalbama apie tai, kad kai kurių klausimų, kurie anksčiau buvo siejami tik su fizika ir meteorologija, priskyrimas chemijai turėjo revoliucinį poveikį. Kaip tik tai ir padarė Daltonas, o rezultatas buvo srities perorientavimas, – šis perorientavimas išmokė chemikus kelti naujus klausimus apie senus duomenis ir daryti iš jų naujas išvadas.

[1] L. K. Nash, „The Origins of Dalton's Chemical Atomic Theory", *Isis*, XLVII (1956), p. 101–116.

Arba kitas pavyzdys. Newtonas rašė, jog Galilei atrado, kad pastovi traukos jėga sukelia judėjimą, proporcingą laiko kvadratui. Iš tiesų Galilei'aus kinematikos teorema įgyja tokią formą įtraukta į paties Newtono dinamikos sąvokų matricą. Tačiau Galilei nieko panašaus nesakė. Analizuodamas krintančius kūnus, jis retai užsimena apie jėgas, juolab apie pastovią gravitacijos jėgą, kuri yra kūnų kritimo priežastis[2]. Priskirdamas Galilei'ui atsakymą į klausimą, kurio jo paradigmos net neleido kelti, Newtono apibūdinimas paslepia nežymų, bet revoliucinį tiek klausimų, kuriuos mokslininkai kėlė apie judėjimą, tiek atsakymų, kurie jiems atrodė priimtini, performulavimą. Tačiau kaip tik toks klausimų ir atsakymų formulavimo pasikeitimas kur kas geriau nei nauji empiriniai atradimai paaiškina perėjimą nuo Aristotelio prie Galilei'aus ir nuo Galilei'aus prie Newtono dinamikos. Užmaskuodamas tokius pokyčius ir stengdamasis pavaizduoti mokslo raidą kaip tiesinę, vadovėlis paslepia procesą, sudarantį daugelio svarbių mokslo raidos įvykių esmę.

Ankstesnieji pavyzdžiai atskleidžia, kiekvienas atskiros revoliucijos kontekste, istorijos rekonstrukcijos, kurią visuomet užbaigia porevoliuciniai vadovėliai, ištakas. Tačiau toks užbaigimas ne tik gausina anksčiau minėtas klaidingas istorijos interpretacijas. Dėl tokių klaidingų interpretacijų revoliucijos tampa nepastebimos; vadovėliuose matomoji medžiaga pateikiama kaip toks procesas, kuris, jeigu jis egzistuotų, visas revoliucijas padarytų neturinčias jokios prasmės. Kadangi vadovėlių tikslas yra greitai supažindinti studentus su tuo, ką to meto mokslinė bendruomenė mano esant žinoma, jie įvai-

[2] Apie Newtono pastabą žr.: Florian Cajori (ed.), *Sir Isaac Newton's Mathematical Principles of Natural Philosophy and His System of the World* (Berkeley, Calif., 1946), p. 21. Šią ištrauką reikia palyginti su paties Galilei'aus samprotavimais kn.: *Dialogues concerning Two New Sciences*, trans. H. Crew and A. de Salvio (Evanston, Ill., 1946), p. 154–176.

rius tuometinio normalaus mokslo eksperimentus, sąvokas, dėsnius ir teorijas aiškina, kiek tai įmanoma, skyrium ir papunkčiui. Pedagogikos požiūriu toks pateikimo būdas yra nepriekaištingas. Tačiau kai apie mokslą rašoma apskritai neistoriškai ir sistemingai kartojamos anksčiau minėtos klaidingos interpretacijos, neišvengiamai sudaromas stiprus įspūdis, kad mokslas pasiekė dabartinį lygį dėl daugelio atskirų atradimų ir išradimų, kurie visi drauge sudaro šiuolaikinę specialių žinių sistemą. Pasak vadovėlių, nuo pat mokslo formavimosi pradžios mokslininkai siekė tų tikslų, kuriuos įkūnija šiandieninės paradigmos. Jie vienas po kito papildė šiuolaikiniuose vadovėliuose pateikiamą informacijos visumą naujais faktais, sąvokomis, dėsniais ar teorijomis – šis procesas dažnai lyginamas su dėjimu plytos prie plytos statant pastatą.

Tačiau mokslas vystosi ne tokiu būdu. Daugelis šiuolaikinio normalaus mokslo galvosūkių neegzistavo, kol neįvyko paskutinė mokslo revoliucija. Tik nedaugelį iš jų galima susieti su mokslo, kuriame jie šiandien iškilo, istorinėmis ištakomis. Ankstesnės kartos savomis priemonėmis ir vadovaudamosi savais sprendimo kanonais gvildeno savas problemas. Ir pasikeitė ne tik problemos. Veikiau pasikeitė visa faktų ir teorijų sistema, kurią vadovėlio paradigma pritaiko gamtai. Pavyzdžiui, ar cheminės sudėties pastovumas yra tik patyrimo faktas, kurį chemikai galėjo atskleisti eksperimentais kurioje nors jų tiriamoje srityje? Ar veikiau tai yra naujos tarpusavyje susijusių fakto ir teorijos struktūros, kurią Daltonas pritaikė ankstesniam cheminiam patyrimui kaip visumai, kartu pakeisdamas šį patyrimą, vienas elementas – be to, abejonių nekeliantis elementas? Kita vertus, ar pastovios jėgos sukeliamas pastovus pagreitis yra paprastas faktas, kurio visada ieškojo dinamikos tyrinėtojai, ar veikiau tai yra atsakymas į klausimą, kuris pirmą kartą iškilo tik Newtono teorijoje ir į kurį ši teorija galėjo atsakyti remdamasi visa informacija, sukaupta dar prieš iškeliant klausimą?

Šie klausimai susiję su tuo, kas vadovėliuose pateikiama kaip palaipsniui atskleisti faktai. Tačiau jie, žinoma, turi ryšį

ir su tuo, kas vadovėliuose pateikiama kaip teorijos. Be abejo, šios teorijos „atitinka faktus", bet tik transformuodamos anksčiau sukauptą informaciją į faktus, kurie ankstesnės paradigmos požiūriu iš viso neegzistavo. O tai reiškia, jog teorijos taip pat nesivysto palaipsniui, kad atitiktų visuomet egzistavusius faktus. Veikiau jos atsiranda kartu su faktais, kuriuos atitinka, kai revoliucingai performuluojama ankstesnė mokslo tradicija – tradicija, kurios rėmuose pažinimo lemiamas mokslininko ir gamtos ryšys nebuvo lygiai toks pat.

Dar vienas, paskutinis pavyzdys galbūt geriau paaiškins, kokią įtaką mūsų mokslo raidos vaizdiniui daro vadovėliams būdingas medžiagos pateikimas. Kiekvienas chemijos pagrindų vadovėlis turi aptarti cheminio elemento sąvoką. Beveik visuomet, kai pateikiama ši sąvoka, ji priskiriama XVII a. chemikui Robertui Boyle'iui, kurio knygoje *Chemikas skeptikas* (*Sceptical Chymist*) įdėmus skaitytojas ras „elemento" apibrėžimą, labai artimą šiandieniniam. Susipažinimas su Boyle'io indėliu padeda naujokui suvokti, kad chemija neprasidėjo nuo sulfanilamido preparatų; be to, jis sužino, kad vienas iš tradicinių mokslininko uždavinių – sugalvoti tokios rūšies sąvokas. Kaip dalis pedagoginio arsenalo, padarančio žmogų mokslininku, toks priskyrimas yra nepaprastai vykęs. Ir vis dėlto jis dar kartą pailiustruoja istorinių klaidų modelį, kuris formuoja klaidingą ir studentų, ir neprofesionalų supratimą, kokia yra mokslinės veiklos prigimtis.

Pasak Boyle'io, kuris buvo visiškai teisus, jo elemento „apibrėžimas" tebuvo tik tradicinės chemijos sąvokos parafrazė; Boyle'is ją pateikė tik tam, kad įrodytų, jog toks dalykas kaip cheminis elementas neegzistuoja. Istorijos požiūriu, vadovėlinė Boyle'io indėlio versija yra visiškai klaidinga[3]. Žinoma, ši klaida triviali, nors ne daugiau už bet kurią kitą

[3] T. S. Kuhn, „Robert Boyle and Structural Chemistry in the Seventeenth Century", *Isis*, XLIII (1952), p. 26–29.

klaidingą faktų interpretaciją. Tačiau įspūdis apie mokslą, sudaromas, kai tokio pobūdžio klaida padaroma, o paskui įmontuojama į vadovėlio darbinę struktūrą, nėra trivialus. Kaip ir „laikas", „energija", „jėga" ar „dalelė", elemento sąvoka yra vadovėlio komponentas, kuris dažnai apskritai nėra išrastas ar atrastas. Antai Boyle'io apibrėžimo ištakos siekia bent jau Aristotelį, o vėliau per Lavoisier jis pateko į šiuolaikinius vadovėlius. Tačiau tai nereiškia, kad mokslas jau nuo antikos laikų turėjo šiuolaikinę elemento sąvoką. Tokie žodiniai apibrėžimai kaip Boyle'io patys savaime turi mažai mokslinio turinio. Jie nėra išsamūs loginiai reikšmės apibrėžimai (jeigu tokių esama), bet siekia daugiau pedagoginių tikslų. Jų nurodomos mokslinės sąvokos visą reikšmę įgyja tik susietos (vadovėlyje ar kitokia sistemine forma) su kitomis mokslinėmis sąvokomis, tyrimo procedūromis ir paradigmos taikymais. Vadinasi, tokios sąvokos kaip elemento sąvoka vargu ar gali būti sugalvotos nepriklausomai nuo konteksto. Be to, jeigu yra kontekstas, jas retai reikia sugalvoti, nes jos jau yra po ranka. Ir Boyle'is, ir Lavoisier gerokai pakeitė cheminę „elemento" reikšmę. Bet jie nesugalvojo sąvokos ir net nepakeitė ją apibrėžiančios žodinės formuluotės. Ir Einsteinui, kaip matėme, nereikėjo sugalvoti ar net eksplicitiškai iš naujo apibrėžti „erdvės" ir „laiko", kad suteiktų jiems naują reikšmę savo darbo kontekste.

Tad kokia buvo tos Boyle'io darbo dalies, su kuria susijęs garsusis „apibrėžimas", istorinė funkcija? Jis buvo mokslo revoliucijos lyderis – revoliucijos, kuri, pakeisdama „elemento" santykį su chemijos eksperimentais ir chemijos teorija, elemento sąvoką pavertė visai kitokiu įrankiu, negu ji buvo iki tol, ir kartu pakeitė ir chemiją, ir chemiko pasaulį[4]. Kitos

[4] Žr.: Marie Boas, *Robert Boyle and Seventeenth-Century Chemistry* (Cambridge, 1958). Autorė daugelyje vietų aptaria pozityvų Boyle'io indėlį į cheminio elemento sąvokos evoliuciją.

revoliucijos, taip pat ir su Lavoisier susijusi revoliucija, buvo reikalingos tam, kad suteiktų sąvokai jos šiuolaikinę formą ir funkciją. Tačiau Boyle'is yra tipiškas tiek proceso, vykstančio kiekvienoje iš šių stadijų, tiek to, kas atsitinka su šiuo procesu, kai esamos žinios įkūnijamos vadovėliuose, pavyzdys. Ši pedagoginė forma, labiau nei kuris nors kitas atskiras mokslo aspektas, suformavo mūsų mokslo prigimties vaizdinį ir mūsų supratimą apie atradimo ir išradimo vaidmenį jo pažangos procese.

XII. REVOLIUCIJŲ SPRENDIMAI

Vadovėliai, apie kuriuos ką tik kalbėjome, parašomi tik po mokslo revoliucijos. Jie yra naujos normalaus mokslo tradicijos pagrindas. Analizuodami jų struktūros klausimą, mes aiškiai praleidome vieną dalyką. Koks procesas vyksta, kai naujoji pretendentė į paradigmos statusą keičia savo pirmtakę? Kiekvienas naujas gamtos aiškinimas, ar tai būtų atradimas, ar teorija, pirmiausia atsiranda vieno ar kelių individų galvoje. Kaip tik jie pirmieji išmoksta kitaip matyti mokslą ir pasaulį, ir jų gebėjimą pereiti prie šio kitokio matymo palengvina dvi aplinkybės, nebūdingos daugumai kitų jų profesijos atstovų. Jų dėmesys nuolat intensyviai sutelktas į krizę sukeliančias problemas; be to, paprastai jie yra tokie jauni arba krizės apimta sritis jiems yra tokia nauja, kad praktika su senosios paradigmos nustatytu požiūriu į pasaulį ir taisyklėmis juos saisto kur kas silpniau negu daugumą jų amžininkų. Kaip jie sugeba įpiršti visai profesinei grupei arba tam tikram jos pogrupiui savo požiūrį į mokslą ir pasaulį, ką jie turi daryti, kad to pasiektų? Kas priverčia grupę atsisakyti vienos normalaus mokslo tradicijos dėl kitos?

Kad suprastume šių klausimų aktualumą, prisiminkime, jog jie yra vienintelės rekonstrukcijos, kurias istorikas gali pateikti filosofui, analizuojančiam nusistovėjusių mokslo teorijų patikrinimo, verifikavimo ar falsifikavimo problemas. Tyrinėtojas, kiek jis yra atsidėjęs normaliam mokslui, sprendžia galvosūkius, o ne tikrina paradigmas. Nors ieškodamas tam tikro galvosūkio sprendimo jis gali išbandyti daugelį alternatyvių požiūrių, atmesdamas tuos, kurie neduoda pageidaujamo rezultato, taip elgdamasis jis netikrina *paradigmos*.

Veikiau jis primena šachmatininką, kuris, kai problema iškelta, o lenta realiai ar mintyse yra priešais jį, ieškodamas sprendimo mėgina įvairius alternatyvius ėjimus. Šiais bandymais – nesvarbu, ar juos atlieka šachmatininkas, ar mokslininkas – išmėginamos tik pačios alternatyvos, o ne žaidimo taisyklės. Jie įmanomi tik tol, kol pati paradigma laikoma savaime suprantama. Taigi paradigmą imamasi tikrinti tik tada, kai niekaip nesiseka išspręsti dėmesio vertą galvosūkį ir dėl to kyla krizė. Ir net tuomet paradigma tikrinama tik po to, kai suvokus krizę atsiranda alternatyva jai pakeisti. Moksluose paradigmos tikrinimas niekuomet nesusideda tik iš atskiros paradigmos lyginimo su gamta, kaip esti sprendžiant galvosūkius. Iš tiesų tikrinimas yra dviejų konkuruojančių paradigmų varžymosi dėl mokslinės bendruomenės palankumo dalis.

Geriau įsigilinus išryškėja netikėtos ir tikriausiai reikšmingos šios formuluotės paralelės su dviem populiariausiomis šiuolaikinėmis filosofinėmis verifikacijos teorijomis. Tik nedaugelis filosofų vis dar ieško absoliučių mokslo teorijų verifikavimo kriterijų. Pažymėję, kad nė viena teorija negali būti patikrinta visais įmanomais būdais, jie klausia ne to, ar teorija buvo verifikuota, bet ar ji yra tikėtina egzistuojančių akivaizdžių faktų požiūriu. Kad atsakytų į šį klausimą, viena įtakinga mokykla yra priversta lyginti įvairių teorijų galimybes paaiškinti sukauptus faktus. Šis reikalavimas lyginti teorijas taip pat apibūdina istorinę situaciją, kurioje priimama nauja teorija. Galimas daiktas, ji nurodo vieną iš krypčių, kuria turėtų toliau plėtotis verifikacijos problemos svarstymai.

Tačiau visos įprastinės tikimybinės verifikacijos teorijos susijusios su vienokia ar kitokia gryna arba neutralia stebėjimo kalba, kurią aptarėme dešimtajame skyriuje. Viena tikimybinė teorija reikalauja, kad tam tikrą mokslo teoriją palygintume su visomis kitomis, kurias galima laikyti atitinkančiomis tą patį stebėjimo duomenų visetą. Kita reikalauja mintimis sukonstruoti visus galimus patikrinimus, kuriuos, kaip mano-

ma, tam tikra mokslo teorija turėtų pereiti[1]. Matyt, koks nors panašus konstruktas yra būtinas norint apskaičiuoti specifines tikimybes, absoliučias ar santykines, ir sunku įsivaizduoti, kaip jį būtų galima sukurti. Jeigu, kaip jau parodžiau, negali būti jokios moksliškai ar empiriškai neutralios kalbos ar sąvokų sistemos, tai numatomas alternatyvių patikrinimų ar teorijų konstravimas turi remtis viena ar kita paradigma pagrįsta tradicija. Taip apribotas patikrinimas negalėtų aprėpti viso galimo patyrimo ar visų galimų teorijų. Taigi galiausiai tikimybinės teorijos nušviesdamos verifikacijos situaciją kartu ją užmaskuoja. Nors ši situacija, kaip teigiama, priklauso nuo teorijų ir gerai žinomų faktų palyginimo, svarstomos teorijos ir stebėjimai visuomet yra glaudžiai susiję su jau egzistuojančiomis teorijomis ir stebėjimais. Verifikacija panaši į natūralią atranką: ji atrenka gyvybingiausią iš konkrečioje istorinėje situacijoje egzistuojančių alternatyvų. Beprasmiška kelti klausimą, ar šis pasirinkimas yra geriausias iš tų, kurie būtų galimi, jeigu būtų ir kitų alternatyvų arba jeigu duomenys būtų kitokio pobūdžio. Nėra jokių priemonių, kuriomis būtų galima ieškoti atsakymo į jį.

Visiškai kitokį požiūrį į visą šį problemų kompleksą išplėtojo Karlas R. Popperis, kuris apskritai neigia kokių nors verifikavimo procedūrų egzistavimą[2]. Jis pabrėžia falsifikacijos, t. y. patikrinimo, kuris reikalauja atmesti nusistovėjusią teoriją, nes jo rezultatas yra neigiamas, svarbą. Aišku, toks falsifikacijai priskiriamas vaidmuo labai panašus į tą, kuris šioje apybraižoje priskiriamas anomaliam patyrimui, t. y. patyrimui, kuris sukeldamas krizę atveria kelią naujai teorijai. Vis

[1] Trumpą tikimybinių verifikacijos teorijų pagrindinių metodų apžvalgą žr.: Ernest Nagel, *Principles of the Theory of Probability*, Vol. I, No. 6 of *International Encyclopedia of Unified Science*, p. 60–75.

[2] K. R. Popper, *The Logic of Scientific Discovery* (New York, 1959), ypač sk. I–IV.

dėlto anomalaus patyrimo negalima sutapatinti su falsifikuojančiu patyrimu. Iš tiesų aš abejoju, ar pastarasis egzistuoja. Kaip anksčiau ne kartą buvo pabrėžta, nė viena teorija niekada neišsprendžia visų galvosūkių, su kuriais ji tam tikru metu susiduria, o surasti sprendimai dažnai nėra tobuli. Priešingai, kaip tik dėl to, kad teorija nevisiškai ir netobulai atitinka egzistuojančius duomenis, bet kuriuo metu kyla daugybė galvosūkių, kurie charakterizuoja normalų mokslą. Jeigu kiekvienas nepasisekimas suderinti teoriją su faktais būtų pagrindas ją atmesti, visada reikėtų atmesti visas teorijas. Kita vertus, jeigu teorijos atmetimą pateisina tik rimta nesėkmė, tuomet Popperio šalininkams prireiks tam tikro „neįtikimumo" arba „falsifikacijos laipsnio" kriterijaus. Ieškodami tokio kriterijaus jie tikriausiai susidurs su tais pačiais keblumais, kurie iškyla įvairių tikimybinių verifikacijos teorijų šalininkams.

Daugelio nurodytųjų keblumų galima išvengti pripažinus, kad abu šie vyraujantys ir vienas kitam priešingi požiūriai į mokslinio tyrimo pagrindimo logiką mėgina sujungti į vieną du visiškai skirtingus procesus. Popperio anomalus patyrimas svarbus mokslui dėl to, kad jis išryškina alternatyvas egzistuojančiai paradigmai. Tačiau nors falsifikacija tikrai vyksta, ji nevyksta iškart atsiradus anomalijai ar falsifikuojančiam pavyzdžiui arba tiesiog dėl to, kad jie atsirado. Iš tiesų tai yra vėlesnis ir savarankiškas procesas, kurį lygiai taip pat galima pavadinti ir verifikacija, nes jis baigiasi naujosios paradigmos pergale prieš senąją. Be to, kaip tik šiame bendrame verifikacijos ir falsifikacijos procese pagrindinį vaidmenį vaidina tikimybinis teorijų lyginimas. Mano manymu, tokia dvipakopė formuluotė yra labai tikroviška, ir ji gali padėti mums atskleisti fakto ir teorijos atitikimo (ar neatitikimo) vaidmenį verifikacijos procese. Bent jau istorikui nėra prasmės tarti, kad verifikacija nustato fakto ir teorijos atitikimą. Visos istoriškai reikšmingos teorijos atitinka faktus, bet tik daugiau ar mažiau. Nėra tikslesnio atsakymo į klausimą, ar arba kiek atskira teorija atitinka faktus. Tačiau

panašius klausimus galima kelti, kai teorijos analizuojamos kaip visuma arba net poromis. Labai svarbu išsiaiškinti, kuri iš dviejų egzistuojančių ir konkuruojančių teorijų *geriau* atitinka faktus. Pavyzdžiui, nors nei Priestley'o, nei Lavoisier teorija tiksliai neatitiko esamų stebėjimų, nedaugelis amžininkų dvejojo ilgiau nei dešimtmetį, kol pripažino, kad Lavoisier teorija atitinka juos geriau.

Tačiau ši formuluotė paradigmos pasirinkimą vaizduoja lengvesnį ir paprastesnį, negu jis yra iš tikrųjų. Jeigu būtų tik vienas mokslo problemų visetas, tik vienas pasaulis, kuriame jos sprendžiamos, ir tik viena standartų sistema joms spręsti, paradigmų konkurenciją būtų galima reguliuoti daugiau ar mažiau nusistovėjusia tvarka, tam tikru procesu – pavyzdžiui, suskaičiuojant kiekvienos iš jų išspręstas problemas. Tačiau faktiškai niekada nebūna visų šių sąlygų. Konkuruojančių paradigmų šalininkai visuomet siekia bent iš dalies skirtingų tikslų. Nė viena pusė nesutiks su visomis neempirinėmis prielaidomis, kurios reikalingos kitai pusei įrodyti savo teisumui. Panašiai kaip Proustas ir Bertollet, ginčiję si dėl cheminių junginių sudėties, jos iš dalies yra priverstos įtikinėti viena kitą. Nors kiekviena gali tikėtis įpiršti kitai savo požiūrį į mokslą ir jo problemas, nė viena negali tikėtis įrodyti savo teisumą. Paradigmų konkurencija yra ne toks mūšis, kurį galima laimėti argumentais.

Jau apžvelgėme kai kurias priežastis, kodėl konkuruojančių paradigmų šalininkams nepavyksta deramai įsiklausyti į vienas kito požiūrį. Visas kartu šias priežastis apibūdinome kaip ikirevoliucinės ir porevoliucinės normalaus mokslo tradicijų nesuderinamumą, ir dabar mums reikia tik trumpai jas priminti. Pirmiausia, konkuruojančių paradigmų šalininkai dažnai nesutaria dėl problemų, kurias turi išspręsti kiekviena pretendentė į paradigmą, sąrašo. Jų mokslo standartai ar jo apibrėžimai nesutampa. Ar judėjimo teorija turi paaiškinti traukos jėgų tarp materijos dalelių priežastį, ar jai užtenka tik konstatuoti tokių jėgų egzistavimą? Newtono dinamika daugelio

buvo atmetama dėl to, kad, skirtingai nei Aristotelio ir Descartes'o teorijos, ji suponavo pastarąjį atsakymą į šį klausimą. Kai Newtono teorija buvo pripažinta, šis klausimas nebebuvo keliamas. Tačiau bendroji reliatyvumo teorija gali didžiuotis jį išsprendusi. Arba kitas pavyzdys. XIX amžiuje paplitusi Lavoisier chemijos teorija sulaikė chemikus nuo klausimo, kodėl metalai yra tokie panašūs, – klausimo, kurį kėlė ir į kurį atsakė flogistono teorija. Perėjimas prie Lavoisier paradigmos, kaip ir perėjimas prie Newtono paradigmos, buvo susijęs ne tik su leistino klausimo, bet ir su surasto atsakymo į jį išnykimu. Bet šis išnykimas taip pat nebuvo ilgalaikis. XX amžiuje cheminių medžiagų savybių klausimai kartu su kai kuriais atsakymais į juos vėl grįžo į mokslą.

Tačiau čia reiškiasi ne tik standartų nebendramatiškumas. Kadangi naujos paradigmos gimsta iš senųjų, jos paprastai perima didžiąją dalį tradicinės paradigmos žodyno ir instrumentų, tiek konceptualinių, tiek eksperimentinių. Tačiau jos retai taiko šiuos perimtus elementus visiškai tradiciniu būdu. Naujosios paradigmos kontekste senieji terminai, sąvokos ir eksperimentai yra susiję vienas su kitu naujais tarpusavio santykiais. Neišvengiamai atsiranda tai, ką turime vadinti dviejų konkuruojančių mokyklų tarpusavio nesupratimu, nors šis terminas nėra visiškai teisingas. Diletantai, kurie šaipėsi iš Einsteino bendrosios reliatyvumo teorijos, nes erdvė negalinti „iškreivėti", – bet esmė buvo ne ta, – ne šiaip klydo ar buvo neteisūs. Kaip ir matematikai, fizikai ir filosofai, mėginę išplėtoti euklidiškąją Einsteino teorijos versiją[3]. Anksčiau erdvė bū-

[3] Apie nespecialistų reakciją į iškreivintos erdvės sąvoką žr.: Philipp Frank, *Einstein, His Life and Times*, trans. and ed. G. Rosen and S. Kusaka (New York, 1947), p. 142–146. Apie kai kuriuos mėginimus suderinti bendrosios reliatyvumo teorijos pranašumus su Eukleido erdvės samprata žr.: C. Nordmann, *Einstein and the Universe*, trans. J. McCabe (New York, 1922), chap. IX.

tinai buvo suprantama kaip plokščia, vienalytė, izotropinė ir neveikiama materijos buvimo. Priešingu atveju nebūtų galiojusi Newtono fizika. Norint pereiti prie Einsteino universumo, reikėjo pakeisti visą konceptualinę sistemą, kurios elementai yra erdvė, laikas, materija, jėga ir t. t., ir vėl ją pritaikyti gamtai. Tik tie, kurie kartu atliko šį perėjimą arba kuriems nepasisekė to padaryti, galėtų tiksliai pasakyti, su kuo jie sutiko ir su kuo – ne. Kai revoliucija nubrėžia takoskyrą, komunikacija neišvengiamai yra ribota. Kitas pavyzdys gali būti žmonės, kurie Koperniką vadino bepročiu, nes jis skelbė, kad Žemė sukasi. Jie ne šiaip klydo ar buvo visiškai neteisūs. Nekintama padėtis buvo to, ką jie vadino „Žeme", atributas. Bent jau jų Žemė negalėjo judėti. Vadinasi, naujos Koperniko idėjos ne tik kėsinosi pajudinti Žemę. Veikiau tai buvo apskritai naujas požiūris į fizikos ir astronomijos problemas, neišvengiamai pakeitęs sąvokų „Žemė" ir „judėjimas" prasmę[4]. Be tokių pokyčių Žemės judėjimo sąvoka buvo beprotiška. Kita vertus, kai šie pokyčiai įvyko ir buvo įsisąmoninti, ir Descartes'as, ir Huygensas galėjo suvokti, kad Žemės judėjimo klausimas mokslui neturi reikšmės[5].

Šie pavyzdžiai nurodo trečią ir esmingiausią konkuruojančių paradigmų nebendramatiškumo aspektą. Tam tikra prasme, apie kurią aš čia negaliu plačiau kalbėti, konkuruojančių paradigmų šalininkai dirba savo darbą skirtinguose pasauliuose. Viename egzistuoja kūnai, kurie sulaikomi lėtai krinta, kitame – svyruoklės, be paliovos kartojančios savo judėjimą. Viename tirpalai yra junginiai, kitame – mišiniai. Vienas įkurdintas plokščioje, kitas – iškreivintoje erdvės matricoje. Dirbdamos skirtinguose pasauliuose, dvi mokslinin-

[4] T. S. Kuhn, *The Copernican Revolution* (Cambridge, Mass., 1957), chaps. III, IV, VII. Klausimas, kokiu mastu heliocentrizmas buvo ne tik grynai astronomijos problema, yra plati atskiros knygos tema.

[5] Max Jammer, *Concepts of Space* (Cambridge, Mass., 1954), p. 118–124.

kų grupės, žiūrėdamos iš to paties taško ta pačia kryptimi, mato skirtingus dalykus. Tačiau negalima sakyti, kad jos gali matyti, ką tik nori. Abi žiūri į pasaulį, ir tai, į ką jos žiūri, nesikeičia. Tačiau tam tikrose srityse jos mato skirtingus dalykus, ir mato juos susijusius skirtingais tarpusavio santykiais. Štai kodėl dėsnis, kurio vienai mokslininkų grupei negalima net įrodyti, kitai kartais gali būti aiškus intuityviai. Dėl tos pačios priežasties tam, kad jos galėtų tikėtis deramai komunikuoti tarpusavyje, viena arba kita grupė turi patirti virsmą, kurį mes vadinome paradigmos pasikeitimu. Kaip tik dėl to, kad perėjimas nuo vienos iš konkuruojančių paradigmų prie kitos yra perėjimas nuo vieno iš nebendramačių dalykų prie kito, jis negali vykti žingsnis po žingsnio, skatinamas logikos ir neutralaus patyrimo. Kaip ir geštalto pakeitimas, jis turi įvykti iškart (nors nebūtinai akimirksniu) arba visai neįvykti.

Taigi kaip mokslininkai įtikinami taip persiorientuoti? Iš dalies atsakymas yra toks: labai dažnai jie neįtikinami. Beveik per ištisą šimtmetį po Koperniko mirties jo teorija įgijo labai nedaug šalininkų. Daugiau kaip pusę amžiaus po *Principia* pasirodymo Newtono veikalas nesulaukė visuotinio pripažinimo, ypač kontinentinėje Europoje[6]. Priestley niekada nepripažino deguonies teorijos, lordas Kelvinas – elektromagnetinės teorijos ir t. t. Ir patys mokslininkai dažnai pažymėdavo, kaip sunku atsiversti. Darwinas savo knygos *Rūšių atsiradimas* pabaigoje labai įžvalgiai rašė: „Nors aš visiškai įsitikinęs šioje knygoje išdėstytų pažiūrų teisingumu ..., anaiptol nepuoselėju vilčių įtikinti patyrusius gamtininkus, kurių galvose sukaupta daugybė faktų, daugelį metų traktuotų remiantis manajam visiškai priešingu požiūriu. ... Tačiau aš su pasitikėjimu

[6] I. B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof* (Philadelphia, 1956), p. 93–94.

žvelgiu į ateitį – į augančius jaunus gamtininkus, kurie sugebės nešališkai pažvelgti į abi klausimo puses."[7] O Maxas Planckas, aprašydamas *Mokslinėje biografijoje* savo paties karjerą, su liūdesiu kalbėjo apie tai, jog „nauja mokslo tiesa triumfuoja ne dėl to, kad įtikina oponentus ir priverčia juos matyti šviesą, bet veikiau dėl to, kad jos oponentai galų gale numiršta ir užauga nauja karta, kuri yra pripratusi prie jos"[8].

Šie ir kiti panašūs faktai per daug gerai žinomi, kad apie juos reikėtų kalbėti plačiau. Tačiau juos būtina iš naujo įvertinti. Praeityje jais dažniausiai buvo siekiama parodyti, kad mokslininkai yra tik žmonės ir ne visada gali pripažinti savo klaidas net susidūrę su svariais įrodymais. Aš veikiau pasakyčiau, kad čia svarbu ne įrodymas ar klaida. Perėjimas nuo vienos paradigmos pripažinimo prie kitos yra atsivertimo aktas, ir čia negali būti jokios prievartos. Visą gyvenimą nesiliaujantis priešinimasis, ypač tų, kurių kūrybinės biografijos susiejo juos su senąja normalaus mokslo tradicija, yra ne mokslo standartų pažeidimas, bet būdingas paties mokslinio tyrinėjimo prigimties bruožas. Pasipriešinimo šaltinis yra įsitikinimas, kad senoji paradigma galų gale išspręs visas problemas, kad gamtą galima įsprausti į paradigmos nustatytus rėmus. Revoliucijos metu toks įsitikinimas neišvengiamai atrodo kietakaktiškas užsispyrimas ir kartais iš tiesų toks yra. Bet tai ne viskas. Tas pats įsitikinimas padaro galimą normalų arba galvosūkius sprendžiantį mokslą. Ir tik normalaus mokslo srityje profesinei mokslininkų bendruomenei pavyksta pirmiausia pasinaudoti senosios paradigmos teikiamomis potencialiomis galimybėmis ir tikslumu, o paskui išryškinti keblumus, kuriuos gvildenant gali atsirasti nauja paradigma.

[7] Charles Darwin, *On the Origin of Species* ... (authorized edition from 6th English ed.; New York, 1889), II, p. 295–296.

[8] Max Planck, *Scientific Autobiography and Other Papers*, trans. F. Gaynor (New York, 1949), p. 33–34.

Vis dėlto nors sakome, kad pasipriešinimas yra neišvengiamas ir teisėtas, kad paradigmos pasikeitimo negalima pagrįsti įrodymais, tai nereiškia, kad nėra tinkamų argumentų ar kad mokslininkų neįmanoma įtikinti pakeisti savo nuomonę. Nors kartais tam, kad įvyktų pasikeitimas, reikia visos kartos, mokslininkų bendruomenės nuolat pripažindavo naujas paradigmas. Be to, tokie atsivertimai įvyksta ne nepaisant to, kad mokslininkai yra žmonės, bet kaip tik dėl to. Nors kai kurie mokslininkai, ypač vyresni ir labiau patyrę, gali priešintis be galo, daugelį jų vienaip ar kitaip galima įtikinti. Atsivertimai vyks tol, kol išmirs paskutiniai stabdžiai ir visa profesinė grupė vėl vadovausis viena, tačiau dabar jau kitokia paradigma. Todėl turime išsiaiškinti, kaip įtikinama atsiversti ir kaip tam priešinamasi.

Kokio atsakymo į šį klausimą galime tikėtis? Kadangi klausimas susijęs su įtikinėjimo technika arba su argumentais ir kontrargumentais tokioje situacijoje, kur negali būti įrodymų, jis yra naujas ir reikalauja tokios analizės, kokia anksčiau nebuvo atlikta. Mes pateiksime tik dalinę ir paviršutinišką apžvalgą. Be to, tai, kas jau buvo pasakyta, kartu su šios apžvalgos rezultatais perša mintį, kad kai kalbama apie įtikinimą, o ne apie įrodymą, nėra vieno ar vienodo atsakymo. Atskiri mokslininkai priima naująją paradigmą dėl pačių įvairiausių priežasčių ir paprastai dėl kelių iškart. Kai kurios iš tų priežasčių – pavyzdžiui, saulės garbinimas, padėjęs Kepleriui tapti Koperniko šalininku, – visiškai nesusijusios su mokslo sritimi[9]. Kitos priklauso nuo asmenybės ir biografijos ypatumų. Kartais svarbų vaidmenį gali vaidinti net novatoriaus tautybė ar ankstesnė jo ir jo moky-

[9] Apie saulės garbinimo vaidmenį Keplerio idėjų raidoje žr.: E. A. Burtt, *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science* (rev. ed.; New York, 1932), p. 44–49.

tojų reputacija[10]. Vadinasi, pagaliau mes turime išmokti kitaip formuluoti šį klausimą. Mums rūpės ne tie argumentai, kurie faktiškai įtikina vieną ar kitą individą, bet tas bendruomenės tipas, kuris visuomet anksčiau ar vėliau persiorientuoja kaip vieninga grupė. Tačiau šią problemą paliksime paskutiniam skyriui, o dabar aptarsime kai kurias argumentų rūšis, kurios yra ypač veiksmingos kovojant dėl paradigmos pakeitimo.

Tikriausiai vienintelis labiausiai paplitęs naujosios paradigmos šalininkų teiginys – kad jie gali išspręsti problemas, dėl kurių kilo senosios paradigmos krizė. Kai šis teiginys suformuluojamas įtikinamai, jis dažnai yra pats veiksmingiausias argumentas. Toje srityje, su kuria jis siejamas, paradigma neabejotinai yra atsidūrusi keblioje padėtyje. Šie keblumai ne kartą buvo analizuojami, ir pastangos juos pašalinti visuomet būdavo bergždžios. „Lemiami eksperimentai" – eksperimentai, galintys itin griežtai atriboti dvi paradigmas, – buvo pripažinti ir patikrinti dar prieš sukuriant naująją paradigmą. Antai Kopernikas teigė, kad jis išsprendė seniai nedavusią ramybės kalendorinių metų trukmės problemą, Newtonas – kad suderino žemės ir dangaus mechaniką, Lavoisier – kad išsprendė dujų tapatumo ir svorių santykių problemas, o Einsteinas – kad suderino elektrodinamiką su pertvarkytu judėjimo mokslu.

Tokie teiginiai yra ypač veiksmingi, jeigu naujoji paradigma pasižymi kur kas didesniu kiekybiniu tikslumu negu

[10] Apie reputacijos vaidmenį pateiksime tokį pavyzdį: lordas Rayleigh tuo metu, kai įgijo tvirtą reputaciją, pateikė Britų asociacijai straipsnį apie kai kuriuos elektrodinamikos paradoksus. Pirmą kartą siųsdamas straipsnį jis dėl neapdairumo neparašė savo pavardės, ir straipsnis iš pradžių buvo atmestas kaip kažkokio „paradoksų mėgėjo" darbas. Netrukus po to, kai autoriaus pavardė buvo nurodyta, straipsnis buvo priimtas su daugybe atsiprašymų. (R. J. Strutt, 4th Baron Rayleigh, *John William Strutt, Third Baron Rayleigh* (New York, 1924), p. 228.)

jos senoji konkurentė. Keplerio pateiktų Rudolfo lentelių kiekybinis pranašumas visų kitų lentelių, apskaičiuotų remiantis Ptolemajo teorija, atžvilgiu buvo svarbus veiksnys, paskatinęs astronomus tapti Koperniko šalininkais. Tai, kad Newtonas tiksliai numatė kiekybinius astronominių stebėjimų rezultatus, tikriausiai buvo vienintelė svarbiausia jo teorijos pergalės prieš labiau pagrįstas, tačiau grynai kokybines jos konkurentes priežastis. O šiame amžiuje nuostabi kiekybinė Plancko spinduliavimo dėsnio ir Bohro atomo modelio sėkmė greitai įtikino daugelį fizikų juos pripažinti, nors fizikos mokslo kaip visumos požiūriu abu šie pasiekimai sukūrė kur kas daugiau problemų negu išsprendė[11].

Tačiau retai pakanka tik paties teiginio, kad išspręstos krizę sukėlusios problemos. Be to, jis ne visuomet būna pagrįstas. Iš tiesų Koperniko teorija nebuvo tikslesnė už Ptolemajo ir tiesiogiai nepatobulino kalendoriaus. Banginei šviesos teorijai kelerius metus po jos paskelbimo netgi prasčiau negu jos konkurentei korpuskulinei teorijai sekėsi paaiškinti poliarizacijos efektus, kurie buvo svarbiausia optikos krizės priežastis. Kartais ekstraordinariniam moksliniam tyrimui būdingi apytikriai metodai sukuria kandidatę į paradigmą, kuri iš pradžių visai nepadeda spręsti krizę sukėlusių problemų. Kai taip atsitinka, patvirtinantys faktai turi būti gauti iš kitų sričių, ir dažnai taip ir daroma. Tose kitose srityse gali būti surasta ypač įtikinamų argumentų, jeigu naujoji paradigma leidžia numatyti reiškinius, apie kuriuos vyraujant senajai paradigmai net nebuvo įtariama.

Pavyzdžiui, Koperniko teorija paskatino manyti, kad planetos turi būti panašios į Žemę, kad Venera turi turėti fazes ir kad visata turi būti daug didesnė, negu anksčiau įsivaizduo-

[11] Apie kvantinės teorijos sukurtas problemas žr.: F. Reiche, *The Quantum Theory* (London, 1922), chaps. II, VI–IX. Apie kitus šioje pastraipoje pateiktus pavyzdžius žr. ankstesnes šio skyriaus nuorodas.

ta. Todėl kai praėjus šešiasdešimčiai metų po jo mirties teleskopu netikėtai buvo aptikti Mėnulio kalnai, Veneros fazės ir didžiulė daugybė žvaigždžių, apie kurių egzistavimą anksčiau nė neįtarta, šie stebėjimai daugelį mokslininkų, ypač ne astronomų, įtikino naujosios teorijos teisingumu[12]. Su bangine teorija susijęs dar dramatiškesnis epizodas, paskatinęs specialistus apsispręsti jos naudai. Prancūzų pasipriešinimas buvo staiga ir beveik visiškai palaužtas, kai Fresneliui pavyko pademonstruoti baltos dėmės egzistavimą apskrito disko metamo šešėlio centre. Jis ir pats nenumatė tokio efekto, tačiau Poissonas, kuris iš pradžių buvo vienas iš jo oponentų, parodė, kad šis efektas yra būtina, nors ir absurdiška Fresnelio teorijos išvada[13]. Tokie argumentai kaip šie, kadangi jie yra stulbinantys ir nėra akivaizdžiai nuo pat pradžių „įmontuoti" į naująją teoriją, yra ypač įtikinami. O kartais šis nepaprastas įtaigumas gali pasireikšti net tada, kai tiriamasis reiškinys buvo pastebėtas gerokai anksčiau, negu buvo pateikta jį paaiškinanti teorija. Pavyzdžiui, Einsteinas, atrodo, nenumatė, kad bendroji reliatyvumo teorija tiksliai paaiškins gerai žinomą Merkurijaus perihelio judėjimo anomaliją, ir tikrai triumfavo, kai taip atsitiko[14].

Visi iki šiol aptarti argumentai naujosios paradigmos naudai buvo grindžiami konkuruojančių paradigmų galimybių išspręsti problemas palyginimu. Mokslininkams šie argumentai paprastai yra reikšmingiausi ir labiausiai įtikinami.

[12] Kuhn, *op. cit.*, p. 219–225.

[13] E. T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, I (2d ed.; London, 1951), p. 108.

[14] Apie bendrosios reliatyvumo teorijos kūrimą žr.: *ibid.*, II (1953), p. 151–180. Apie tai, kaip Einsteinas reagavo, kai įsitikino, kad jo teorija atitinka stebimą Merkurijaus perihelio judėjimą, žr. laišką, cituojamą kn.: P. A. Schilpp (ed.), *Albert Einstein, Philosopher-Scientist* (Evanston, Ill., 1949), p. 101.

Pateiktieji pavyzdžiai neturėtų palikti jokių abejonių dėl to, kas lemia didžiulį jų patrauklumą. Tačiau dėl priežasčių, prie kurių mes netrukus grįšime, jie nei kiekvienas atskirai, nei visi kartu nėra neatremiami. Laimė, yra ir kitokio pobūdžio motyvų, galinčių paskatinti mokslininkus atsisakyti senosios paradigmos dėl naujosios. Šie argumentai retai aiškiai suformuluojami, jie apeliuoja į individo supratimą, kas yra tinkama arba estetiška, – sakoma, kad naujoji teorija yra „aiškesnė", „patogesnė" ar „paprastesnė" už senąją. Tikriausiai tokie argumentai matematikoje yra veiksmingesni negu gamtos moksluose. Daugelio naujųjų paradigmų pirmieji variantai yra nebrandūs. Kol jos įgyja estetinį patrauklumą, dauguma bendruomenės narių jau būna įtikinti kitomis priemonėmis. Vis dėlto kartais estetiniai motyvai gali turėti lemiamą reikšmę. Nors jie dažnai patraukia tik nedaugelį mokslininkų, kaip tik nuo jų gali priklausyti galutinis naujosios teorijos triumfas. Jeigu jie dėl grynai individualių priežasčių nebūtų jos greitai pripažinę, naujoji kandidatė į paradigmą galėjo niekada nebūti pakankamai išplėtota, kad pelnytų visos mokslinės bendruomenės palankumą.

Kad suprastume, kodėl šie subjektyvūs ir estetiniai motyvai yra tokie svarbūs, prisiminkime paradigmų svarstymų esmę. Kai pasiūloma nauja kandidatė į paradigmą, ji retai būna išsprendusi daugiau negu keletą problemų, su kuriomis susidūrė, ir dauguma šių sprendimų anaiptol nėra tobuli. Iki Keplerio vargu ar Koperniko teorija patikslino planetų padėtį, numatytą Ptolemajo. Kai Lavoisier pamatė deguonį kaip „tikrą orą", jo teorija visai negalėjo susidoroti su problemomis, kurios iškilo atradus naujas dujas, ir šia aplinkybe sėkmingai pasinaudojo Priestley puldamas Lavoisier teoriją. Tokie atvejai, kaip Fresnelio baltoji dėmė, yra nepaprastai reti. Dažniausiai lemiami argumentai – pavyzdžiui, Foucault svyruoklė, demonstruojanti Žemės sukimąsi, ar Fizeau eksperimentas, parodantis, kad ore šviesa sklinda greičiau negu vandenyje, – atsiranda tik daug vėliau, po to, kai

naujoji paradigma visiškai susiformuoja, priimama ir plačiai taikoma. Juos pateikti yra normalaus mokslo užduotis, ir jie vaidina svarbų vaidmenį ne paradigmų svarstymuose, bet po revoliucijos parašytuose vadovėliuose.

Kol šie vadovėliai dar neparašyti, kol tęsiasi svarstymai, situacija yra visiškai kitokia. Paprastai naujosios paradigmos priešininkai pagrįstai gali teigti, kad net krizės apimtoje srityje ji nedaug pranašesnė už su ja konkuruojančią tradicinę paradigmą. Žinoma, kai kurias problemas ji nagrinėja geriau, atskleidė kai kuriuos naujus dėsningumus. Tačiau senąją paradigmą, matyt, galima pakoreguoti taip, kad ji įveiktų iškilusius sunkumus, kaip anksčiau įveikė kitus. Ir Tycho Brahe's geocentrinė astronomijos sistema, ir vėlesni flogistono teorijos variantai buvo atsakas į naujos kandidatės į paradigmą atskleistus sunkumus, ir gana vykęs atsakas[15]. Be to, tradicinės teorijos ir procedūrų gynėjai beveik visuomet gali nurodyti problemų, kurių naujoji konkurentė neišsprendė, bet kurios, jų požiūriu, apskritai nėra problemos. Kol nebuvo atskleista vandens sudėtis, vandenilio degimas buvo svarus argumentas už flogistono teoriją ir prieš Lavoisier. O deguonies teorija ir tada, kai jau buvo įsigalėjusi, vis dar negalėjo paaiškinti, kaip iš anglies gaunamos degios dujos, – šį reiškinį flogistono teorijos šalininkai nurodydavo kaip tvirtai paremiantį jų požiūrį[16]. Net krizės apimtoje srityje kartais gali nu-

[15] Apie Brache's sistemą, kuri geometrijos požiūriu buvo visiškai ekvivalentiška Koperniko sistemai, žr.: J. L. E. Dreyer, *A History of Astronomy from Thales to Kepler* (2d ed., New York, 1953), p. 359–371. Apie paskutinius flogistono teorijos variantus ir jų sėkmę žr.: J. R. Partington and D. McKie, „Historical Studies of the Phlogiston Theory", *Annals of Science*, IV (1939), p. 113–149.

[16] Apie vandenilio iškeltą problemą žr.: J. R. Partington, *A Short History of Chemistry* (2d ed.; London, 1951), p. 134. Apie anglies monoksidą žr.: H. Kop. *Geschichte der Chemie*, III (Braunschweig, 1845), p. 294–296.

sistovėti argumento ir kontrargumento pusiausvyra. O už šios srities ribų dažnai aiškiai nusveria tradicija. Kopernikas sugriovė nuo seno įsigalėjusį Žemės judėjimo aiškinimą nepakeisdamas jo kitu; Newtonas tą patį padarė su senuoju sunkio aiškinimu, Lavoisier – su metalų bendrųjų savybių aiškinimu ir t. t. Trumpai tariant, jeigu naujoji kandidatė į paradigmą iš pat pradžių būtų atiduota praktiškų žmonių, kurie įvertintų tik jos santykinį gebėjimą išspręsti problemas, teismui, mokslai patirtų labai nedaug didelių revoliucijų. O jeigu dar prisidėtų kontrargumentai, atsiradę dėl to, ką anksčiau pavadinome paradigmų nebendramatiškumu, tai, ko gero, revoliucijų moksluose visai nebūtų.

Tačiau paradigmų svarstymai iš tiesų nesusiję su santykiniu gebėjimu išspręsti problemas, nors dėl tam tikrų priežasčių jie paprastai formuluojami tokiais terminais. Klausimo esmė tokia: kuria paradigma ateityje turi būti vadovaujamasi tiriant problemas, kurių daugelio nė viena iš konkurenčių dar negali teigti visiškai išsprendusi. Reikia pasirinkti kurį nors iš alternatyvių mokslinio tyrimo būdų, ir tokiomis aplinkybėmis, kai sprendimas turi būti grindžiamas ne praeities pasiekimais, bet ateities perspektyvomis. Žmogus, priimantis naująją paradigmą ankstyvojoje stadijoje, dažnai turi tai daryti stokodamas įrodymų, susijusių su problemų sprendimu. Kitaip tariant, jis turi tikėti, kad naujoji paradigma sėkmingai išspręs daugelį didelių problemų, su kuriomis ji susidurs, žinodamas tik tiek, kad senajai paradigmai nepavyko išspręsti ir kelių. Tokio pobūdžio sprendimas gali būti grindžiamas tik tikėjimu.

Tai viena iš priežasčių, kodėl ankstesnė krizė yra tokia svarbi. Jos nepatyrę mokslininkai retai atsisakys nepaneigiamo įrodymo, susijusio su problemų sprendimu, kad pakeistų jį tuo, kas lengvai gali pasirodyti apgaulinga ir plačiai bus taip traktuojama. Tačiau vien krizės nepakanka. Turi būti pagrindas (nors nebūtinai racionalus ar visiškai teisingas) tikėti pasirinktąja kandidate į paradigmą. Kažkas bent

jau keletą mokslininkų turi priversti pajusti, kad naujas kelias pasirinktas teisingai, ir kartais tai gali padaryti tik asmeniniai ir aiškiai nesuformuluoti estetiniai motyvai. Pasitaikydavo, kad jie įtikindavo mokslininkus tuomet, kai dauguma aiškių metodologinių argumentų nurodydavo kitą kelią. Kai buvo pateiktos, nei Koperniko astronomijos teorija, nei De Broglie'o materijos teorija neturėjo kitokio svaraus pagrindo būti patrauklios. Net ir šiandien Einsteino bendroji reliatyvumo teorija traukia daugiausia savo estetiškumu – tokį patrauklumą gali pajusti tik nedaugelis su matematika nesusijusių žmonių.

Tuo nenorima pasakyti, kad naujosios paradigmos triumfą galiausiai lemia kažkoks mistinis estetiškumas. Priešingai, labai nedaug mokslininkų atsižada tradicijos tik dėl šių priežasčių. Tai padariusieji dažnai susivokdavo buvę suklaidinti. Tačiau kad paradigma nugalėtų, ji nuo pat pradžių turi įgyti rėmėjų, kurie ją išplėtotų iki tokio lygio, kai gali būti kuriami ir gausinami praktiški argumentai. Ir net šie argumentai, kai jų atsiranda, kiekvienas skyrium nėra lemiami. Kadangi mokslininkai yra protingi žmonės, vienas ar kitas argumentas galų gale daugelį iš jų įtikins. Tačiau nėra vienintelio argumento, kuris galėtų ar turėtų įtikinti juos visus. Tai, kas vyksta, yra veikiau vis ryškesnis profesinių prioritetų pasiskirstymo poslinkis, o ne vieningas grupės atsivertimas.

Iš pradžių naujoji kandidatė į paradigmą gali turėti nedaug šalininkų, ir kartais šalininkų motyvai gali būti abejotini. Vis dėlto jeigu jie yra kompetentingi, jie tobulins paradigmą, analizuos jos galimybes ir parodys, ką reikš priklausyti ja besivadovaujančiai mokslininkų bendruomenei. Ilgainiui, jeigu paradigmai lemta laimėti kovą, rasis vis daugiau ir svaresnių įtikinamų argumentų jos naudai. Tuomet ją pripažins vis daugiau mokslininkų, ir naujosios paradigmos tyrimai bus tęsiami toliau. Pamažu daugės šia paradigma grindžiamų eksperimentų, instrumentų, straipsnių

ir knygų. Vis daugiau mokslininkų, įsitikinusių naujojo požiūrio vaisingumu, perims naują normalaus mokslo tyrimų būdą, kol pagaliau liks tik keletas senyvo amžiaus senojo būdo šalininkų. Bet net ir apie juos negalime sakyti, kad jie klysta. Nors istorikas visuomet gali surasti žmonių – pavyzdžiui, Priestley, – kurie elgėsi neprotingai ir labai ilgai priešinosi, jis negali nurodyti ribos, nuo kurios priešinimasis tampa nelogiškas ir nemoksliškas. Daugių daugiausia jis gali pasakyti, kad žmogus, kuris nepaliauja priešintis ir po to, kai visa jo profesinė grupė pripažino naująją paradigmą, *ipso facto* nustojo būti mokslininku.

XIII. REVOLIUCIJŲ SKATINAMA PAŽANGA

Ankstesniuose puslapiuose aš tiek išplėtojau schemišką mokslo raidos apibūdinimą, kiek tai įmanoma šioje apybraižoje. Vis dėlto to nepakanka suformuluoti išvadai. Tas apibūdinimas atskleidė esminę nepaliaujamos mokslo evoliucijos struktūrą, tačiau kartu iškėlė vieną specialią problemą: kodėl mūsų aptartoji veikla turi nenukrypstamai plėtotis tokiu būdu, kuris nebūdingas, tarkime, menui, politinei teorijai ar filosofijai? Kodėl pažanga beveik išimtinai siejama su ta veikla, kurią vadiname mokslu? Šioje apybraižoje išdėstyta medžiaga paneigė įprastinius atsakymus į šiuos klausimus. Todėl pagaliau turime išsiaiškinti, kuo galima juos pakeisti.

Iškart pasakysime, kad klausimas iš dalies yra grynai semantinis. Iš esmės terminas „mokslas" taikomas toms sritims, kurios daro pažangą aiškiai įžvelgiamais būdais. Akivaizdžiausiai tai liudija nuolat kylantys ginčai dėl to, ar vienas arba kitas iš šiuolaikinių socialinių mokslų iš tiesų yra mokslas. Analogiškų ginčų ikiparadigminiais periodais kildavo ir tose srityse, kurios šiandien nedvejojant vadinamos mokslu. Akivaizdus jų šaltinis visuomet yra šio sunkiai tiksliai nusakomo termino apibrėžimas. Mokslininkai teigia, kad psichologija, pavyzdžiui, yra mokslas, kadangi jai būdingos tokios ir tokios ypatybės. Kiti mano, jog tos ypatybės arba nėra būtinos, arba nėra pakankamos tam, kad šią sritį būtų galima laikyti mokslu. Kartais tam išeikvojama daug energijos, kyla didelės aistros, o pašalietis pasimetęs nesupranta, kam viso to reikia. Ar gali termino „mokslas" *apibrėžimas* būti toks svarbus? Ar apibrėžimas gali žmogui pasakyti, ar jis yra mokslininkas, ar ne? Jeigu taip, kodėl tada gamtos mokslų atstovams

arba menininkams nerūpi šio termino apibrėžimas? Neišvengiamai kyla įtarimas, kad problema yra kur kas fundamentalesnė. Tikriausiai iš tiesų kyla tokie klausimai: kodėl mano sritis neprogresuoja tokiu būdu, kaip, tarkim, fizika? Kokie technikos, metodų arba ideologijos pokyčiai leistų jai tai daryti? Tačiau sutarimas dėl apibrėžimo nepadėtų atsakyti į šiuos klausimus. Be to, jeigu remsimės precedentu iš gamtos mokslų, jie nustos rūpėti ne tuomet, kai bus rastas apibrėžimas, bet kai grupės, dabar abejojančios dėl savo statuso, pasieks sutarimą dėl savo praeities ir dabarties pasiekimų įvertinimo. Pavyzdžiui, galima atkreipti dėmesį į tai, kad ekonomistai mažiau nei kai kurių kitų socialinių mokslų sričių tyrinėtojai svarsto, ar jų sritis yra mokslas. Ar taip yra dėl to, kad ekonomistai žino, kas yra mokslas? Ar veikiau jie sutaria dėl ekonomikos?

Yra ir priešingas aspektas, kuris, nors nebėra grynai semantinis, gali padėti atskleisti painius mūsų susidarytų mokslo ir pažangos sampratų ryšius. Daugelį šimtmečių, tiek antikoje, tiek naujųjų laikų pradžios Europoje, tapyba buvo laikoma kumuliatyvia disciplina. Tuo laikotarpiu buvo įprasta manyti, kad dailininko tikslas yra atvaizdavimas. Kritikai ir istorikai, tokie kaip Plinijus ir Vasari, su didžia pagarba fiksavo daugybę atradimų – nuo perspektyvinio sumažinimo iki šviesos ir šešėlių žaismo, kurie leido vis tiksliau atvaizduoti gamtą[1]. Tačiau kaip tik tuo laikotarpiu, ypač Renesanso periodu, beveik nebuvo įžvelgiama skirtumo tarp mokslų ir menų. Leonardo buvo tik vienas iš daugelio tų, kurie laisvai pereidavo iš vienos srities į kitą, ir tik vėliau šios sritys buvo griežtai atskirtos[2]. Be to, net ir tada, kai šie

[1] E. H. Gombrich, *Art and Illusion: A Study in the Psychology of Pictorial Representation* (New York, 1960), p. 11–12.

[2] *Ibid.*, p. 97; Giorgio de Santillana, „The Role of Art in the Scientific Renaissance", in *Critical Problems in the History of Science*, ed. M. Clagett (Madison, Wis., 1959), p. 33–65.

nuolatiniai perėjimai liovėsi, terminas „menas" ir toliau buvo taikomas ne tik tapybai ir skulptūrai, bet ir technikai ir amatams, kurie taip pat buvo laikomi darančiais pažangą. Tik tuomet, kai skulptūra ir tapyba vienareikšmiškai atsisakė atvaizdavimo kaip savo tikslo ir vėl pradėjo mokytis iš primityvių modelių, perskyra, kurią šiandien laikome savaime suprantama, tapo tokia griežta, kokia yra dabar. Net ir šiandien, jei dar kartą grįšime prie šių sričių, mums sunku įžvelgti esminius mokslo ir technikos skirtumus, ir šitai iš dalies yra susiję su tuo, kad pažanga neabejotinai yra abiejų sričių bruožas.

Tačiau pripažinę, kad mes linkę laikyti mokslu kiekvieną sritį, kuriai būdinga pažanga, galime tik paaiškinti, bet ne išspręsti mums iškilusius sunkumus. Lieka problema, kodėl pažanga yra toks išskirtinis veiklos, kurios priemonės ir tikslai aprašyti šioje apybraižoje, bruožas. Šis klausimas susideda iš kelių, ir mes turėsime aptarti kiekvieną iš jų atskirai. Tačiau visais atvejais, išskyrus paskutinį, jų sprendimas iš dalies priklausys nuo mūsų normalaus požiūrio į mokslinės veiklos ir ja užsiimančios bendruomenės santykį pakeitimo. Mes turime išmokti suvokti kaip priežastis tai, kas paprastai buvo laikoma padariniais. Jeigu mums pavyks, frazės „mokslo pažanga" ir net „mokslinis objektyvumas" gali pasirodyti iš dalies nereikalingos. Iš tiesų vienas jų nereikalingumo aspektas ką tik buvo pailiustruotas. Ar sritis daro pažangą dėl to, kad ji yra mokslas, ar ji yra mokslas dėl to, kad daro pažangą?

Dabar išsiaiškinkime, kodėl tokia veikla kaip normalus mokslas turi daryti pažangą, ir pirmiausia prisiminkime keletą svarbiausių jos ypatumų. Paprastai brandžios mokslinės bendruomenės nariai dirba vadovaudamiesi viena paradigma arba glaudžiai susijusių paradigmų visetu. Labai retai skirtingos mokslininkų bendruomenės tiria tas pačias problemas. Tais išimtiniais atvejais mokslininkų grupės laikosi kai kurių tų pačių svarbiausių paradigmų. Bet kurios atskiros bendruomenės, ar ji būtų mokslininkų, ar nemoksli-

ninkų, požiūriu, sėkmingos kūrybinės veiklos rezultatas *yra* pažanga. Argi galėtų būti kitaip? Pavyzdžiui, ką tik sakėme, kad kol dailininkai savo tikslu laikė atvaizdavimą, ir kritikai, ir istorikai fiksavo šios aiškiai vieningos grupės pažangą. Kitose kūrybinės veiklos srityse matyti tokia pati pažanga. Dogmas formuluojantis teologas ar Kanto imperatyvus tobulinantis filosofas prisideda prie pažangos – bent jau tos grupės, kuri remiasi tomis pačiomis prielaidomis. Nė viena kūrybinė mokykla nepripažįsta tokios veiklos, kuri, viena vertus, yra laikoma kūrybine sėkme, tačiau, kita vertus, neprisideda prie bendrų grupės pasiekimų. Jeigu abejojame, kaip daugelis, kad nemokslinės sritys daro pažangą, tai ne todėl, kad jos nedaro atskiros mokyklos. Veikiau taip yra dėl to, kad visuomet esama konkuruojančių mokyklų ir kiekviena iš jų nuolat kvestionuoja pačius kitų mokyklų pamatus. Tas, kuris teigia, jog filosofija, pavyzdžiui, nepadarė jokios pažangos, pabrėžia, kad vis dar yra aristotelininkų, o ne tai, kad aristotelizmui nepavyko padaryti pažangos.

Tačiau tokių abejonių kyla ir dėl mokslų pažangos. Ikiparadigminiu periodu, kai yra daugybė konkuruojančių mokyklų, labai sunku įžvelgti pažangą, išskyrus pačių mokyklų daromą pažangą. Tai periodas, aprašytas antrajame skyriuje, – jo metu atskiri tyrinėtojai užsiima moksline veikla, tačiau jų veiklos rezultatai nesudaro mokslo, kaip mes jį suprantame. Kita vertus, revoliucijų laikotarpiais, kai pamatiniai mokslo srities principai dar kartą tampa svarstymų objektu, ne kartą išsakomos abejonės dėl pačios nuolatinės pažangos galimybės, jeigu bus pripažinta viena ar kita iš konkuruojančių paradigmų. Tie, kurie atmetė Newtono teoriją, teigė, kad remdamasi vidinėmis jėgomis ji sugrąžins mokslą į ankstyvuosius viduramžius. Tie, kurie priešinosi Lavoisier chemijai, manė, kad cheminių „pradmenų“ atsisakymas dėl laboratorinių elementų yra cheminio aiškinimo atsisakymas ir kad tie, kurie jį palaiko, tiesiog tuščiažodžiauja. Panaši, tik santūriau išreikšta nuostata, matyt, vertė Einsteiną, Bohmą

ir kitus priešintis dominuojančiai tikimybinei kvantinės mechanikos interpretacijai. Trumpai tariant, tik normalaus mokslo periodais pažanga atrodo akivaizdi ir garantuota. Tačiau šiais periodais mokslinė bendruomenė negali traktuoti savo darbo rezultatų jokiais kitais požiūriais.

Normalaus mokslo atveju atsakymas į pažangos problemą iš dalies yra tiesiog akivaizdus. Mokslo pažanga nesiskiria nuo kitų sričių pažangos, bet dėl to, kad ilgą laiką nebūna konkuruojančių mokyklų, kvestionuojančių viena kitos tikslus ir standartus, normalaus mokslo bendruomenės pažangą kur kas lengviau įžvelgti. Tačiau tai tik dalis atsakymo ir anaiptol ne pati svarbiausia. Pavyzdžiui, jau pažymėjome, kad priėmus bendrą paradigmą mokslininkų bendruomenė išlaisvinama nuo būtinybės nuolat svarstyti savo pagrindinius principus, ir šios bendruomenės nariai gali sutelkti dėmesį tik į subtiliausius ir ezoteriškiausius ją dominančius reiškinius. Dėl to visa grupė neišvengiamai efektyviau ir produktyviau sprendžia naujas problemas. Kiti mokslininkų profesinio gyvenimo aspektai šį ypatingą efektyvumą dar labiau sustiprina.

Kai kuriuos iš šių aspektų lemia brandžios mokslinės bendruomenės izoliacija nuo neprofesionalų ir kasdienio gyvenimo poreikių. Jei kalbėsime apie tos izoliacijos laipsnį, ji niekada nebūna visiška. Vis dėlto nėra kitos tokios profesinės bendruomenės, kurioje individualus kūrybinis darbas būtų išimtinai skirtas kitiems profesinės grupės nariams ir jų vertinamas. Net ezoteriškiausi poetai ir abstrakčiausi teologai kur kas labiau nei mokslininkai yra suinteresuoti, kad jų kūrybinį darbą įvertintų neprofesionalai, nors apskritai įvertinimas jiems galbūt yra ne toks svarbus. Šis skirtumas yra dėsningas. Kaip tik dėl to, kad mokslininkas dirba tik kolegų auditorijai – auditorijai, kuri išpažįsta tas pačias vertybes ir laikosi tų pačių įsitikinimų, jis gali priimti be įrodymo vieną standartų sistemą. Jam nereikia nerimauti, ką manys kokia nors kita grupė ar mokykla, todėl jis gali atidėti vieną

problemą ir pereiti prie kitos greičiau negu tie, kurie dirba ne tokiai vienminčių grupei. Dar svarbiau tai, kad mokslinės bendruomenės izoliacija nuo visuomenės leidžia atskiram mokslininkui sutelkti dėmesį į problemas, kurias jis turi pagrindą tikėtis sugebėsiąs išspręsti. Skirtingai nei inžinieriui, daugeliui gydytojų ir daugumai teologų, mokslininkui nereikia rinktis problemų, nes jos reikalauja neatidėliotino sprendimo nepriklausomai nuo to, kokių esama priemonių joms išspręsti. Šiuo atžvilgiu kontrastas tarp gamtos mokslų ir socialinių mokslų atstovų taip pat yra pamokomas. Pastarieji dažnai stengiasi pateisinti savąjį tiriamos problemos (pavyzdžiui, rasinės diskriminacijos padarinių ar biznio ciklų priežasčių) pasirinkimą daugiausia akcentuodami socialinį jos sprendimo reikšmingumą, tuo tarpu pirmieji to beveik niekada nedaro. Taigi iš kurios grupės galima tikėtis spartesnio problemų sprendimo?

Izoliacijos nuo platesnės visuomenės padarinius labai sustiprina kitas profesinės mokslinės bendruomenės ypatumas – tai, kaip ji įgyja išsimokslinimą ir rengiasi moksliniam darbui. Muzikos, vaizduojamojo meno, literatūros specialistai įgyja išsimokslinimą susipažindami su kitų menininkų, ypač ankstesniųjų, darbais. Vadovėliai, išskyrus originalių kūrinių žinynus ir vadovus, vaidina tik antraeilį vaidmenį. Istorijoje, filosofijoje ir socialiniuose moksluose vadovėliai turi didesnę reikšmę. Tačiau net ir šiose srityse į elementarų universitetinį kursą įeina taip pat ir originalių šaltinių skaitymas – kai kurie iš jų yra tos srities „klasika", kiti – autentiški pranešimai apie mokslinius tyrinėjimus, kuriuos mokslininkai rašo vieni kitiems. Dėl to studentas, studijuojantis bet kurią iš šių disciplinų, nuolat turi prieš akis didžiulę įvairovę problemų, kurias jo būsimos grupės nariai laikui bėgant mėgino išspręsti. Dar svarbiau tai, kad jis nuolat susiduria su daugybe konkuruojančių ir nebendramačių šių problemų sprendimų – sprendimų, kuriuos galiausiai turi pats įvertinti.

Palyginkime šią situaciją su ta, kuri susiklostė bent jau šiuolaikiniuose gamtos moksluose. Šiose srityse studentas iš esmės pasikliauja vadovėliais, kol trečiaisiais ar ketvirtaisiais magistrantūros metais pradeda savarankiškus tyrinėjimus. Daugelio mokslų programos net iš magistrantų nereikalauja skaityti darbus, kurie nėra parašyti specialiai studentams. Nedaugelis programų, nurodančių papildomai skaityti straipsnius ir monografijas apie tyrinėjimus, skiria tokius nurodymus tik vyresniems kursams ir apsiriboja medžiaga, kuri daugiau ar mažiau užpildo esamų vadovėlių paliktas spragas. Iki pat paskutinių mokslininko ugdymo pakopų vadovėliai sistemingai pakeičia kūrybišką mokslinę literatūrą, kurios pagrindu jie atsirado. Jeigu mokslininkai pasitiki savo paradigmomis, sudarančiomis ugdymo metodo pagrindą, nedaugelis nori jas pakeisti. Pagaliau kodėl studentas fizikas turėtų skaityti Newtono, Faraday'aus, Einsteino ar Schrödingerio veikalus, jeigu viskas, ką jam reikia žinoti apie jų darbus, kur kas glausčiau, tiksliau ir sistemiškiau išdėstyta daugelyje šiuolaikinių vadovėlių?

Nors nesu linkęs pateisinti kartais pernelyg ilgos tokio mokymo proceso trukmės, vis dėlto reikia pažymėti, kad apskritai šis mokymo tipas yra nepaprastai efektyvus. Be abejo, tai siauras ir griežtas mokymas, ko gero, šiuo atžvilgiu jį lenkia tik ortodoksinės teologijos mokymas. Tačiau mokslininkas, galima sakyti, tobulai parengiamas normaliam moksliniam darbui, galvosūkių sprendimui vadovaujantis vadovėlių apibrėžta tradicija. Be to, jis gerai parengiamas ir kitam uždaviniui – normalaus mokslo srityje kurti reikšmingas krizes. Žinoma, kai jos kyla, mokslininkas pasirodo esąs ne taip gerai pasirengęs. Nors užsitęsusios krizės tikriausiai atsiliepia mokymo praktikai ir padaro ją lankstesnę, mokslinis ugdymas nėra tinkamai pritaikytas formuoti mokslininkams, galintiems lengvai surasti naują požiūrį. Tačiau kai tik kas nors pasiūlo naują kandidatę į paradigmą – paprastai tai būna jaunas žmogus arba naujokas toje srityje, – griežto mokymo padarytą žalą pa-

tiria tik individas. Kartoje, kurioje įvyksta pokytis, individo nelankstumas yra suderinamas su bendruomene, kuri gali pereiti nuo vienos paradigmos prie kitos, kai to reikalauja aplinkybės. Ypač šis suderinamumas išryškėja tuomet, kai tas nelankstumas suteikia bendruomenei jautrų indikatorių, rodantį, kad kažkas yra ne taip.

Taigi normalios būklės atveju mokslinė bendruomenė yra nepaprastai veiksmingas problemų ar galvosūkių, kuriuos apibrėžia jos paradigmos, sprendimo instrumentas. Be to, neišvengiamas šių problemų sprendimo rezultatas yra pažanga. Dėl to nekyla jokių abejonių. Tačiau šio aspekto suvokimas tik išryškina antrąją svarbią mokslų pažangos problemos dalį. Todėl dabar imkimės jos ir aptarkime ekstraordinarinio mokslo pažangos klausimą. Kodėl pažanga turėtų būti akivaizdžiai universalus mokslo revoliucijų bruožas? Kita vertus, daug ką turėtume sužinoti aiškindamiesi, koks dar galėtų būti revoliucijos rezultatas. Revoliucijos baigiasi visiška vienos iš dviejų priešingų stovyklų pergale. Ar ta grupė kada nors tvirtins, kad jos pergalės rezultatas nebuvo pažanga? Tai prilygtų pripažinimui, kad jie klydo ir kad jų oponentai teisūs. Bent jau jiems revoliucijos rezultatas turi būti pažanga, ir jie turi puikią galimybę užsitikrinti, kad ir būsimieji jų bendruomenės nariai lygiai taip pat traktuos praeities istoriją. Vienuoliktajame skyriuje detaliai aprašyti būdai, kuriais to pasiekiama, ir mes ką tik kalbėjome apie glaudžiai su tuo susijusį profesionalaus mokslo gyvenimo aspektą. Kai mokslinė bendruomenė atmeta ankstesnę paradigmą, ji kartu atsisako daugumos šia paradigma pagrįstų knygų ir straipsnių kaip netinkamo profesionalios analizės objekto. Mokslinis ugdymas nesinaudoja niekuo, kas būtų panašu į meno muziejų ar klasikos biblioteką, ir kartais mokslininkas savo disciplinos praeitį suvokia visiškai iškreiptai. Labiau nei kitų kūrybinių sričių atstovai, jis ima laikyti ją vedančia tiesiai į dabartinę disciplinos pakopą. Trumpai tariant, jis ima traktuoti ją kaip pažangą. Kol jis lieka toje srityje, neturi jokios alternatyvos.

Šios pastabos neišvengiamai įpirš mintį, kad brandžios mokslinės bendruomenės narys, kaip ir tipiškas Orwello romano *1984-ieji* personažas, yra valdžios jėgų perrašytos istorijos auka. Be to, tokia prielaida nėra visiškai netikusi. Mokslo revoliucijos susijusios ne tik su laimėjimais, bet ir su praradimais, ir pastarųjų mokslininkai ypač linkę nepastebėti[3]. Kita vertus, joks revoliucijų skatinamos mokslo pažangos aiškinimas negali čia sustoti. Tai reikštų tarti, kad moksluose galia lemia teisumą, – ši formuluotė taip pat nebūtų visiškai klaidinga, jeigu ji nepaslėptų proceso ir autoriteto, kuriuo remiantis pasirenkama viena iš paradigmų, prigimties. Jeigu ginčų dėl paradigmos arbitras būtų tik autoritetas, ir ypač neprofesionalus autoritetas, šių ginčų rezultatas taip pat galėtų būti revoliucija, tačiau tai nebūtų *mokslo* revoliucija. Pats mokslo egzistavimas priklauso nuo to, kad teisė pasirinkti vieną iš paradigmų suteikiama specifinės bendruomenės rūšies nariams. Kokia specifinė turi būti ši bendruomenė, kad mokslas išliktų ir plėtotųsi, galima spręsti iš to, kaip menkai žmonija palaiko mokslinę veiklą. Kiekviena civilizacija, apie kurią turime rašytinių žinių, turėjo techniką, meną, religiją, politinę sistemą, įstatymus ir t. t. Daugeliu atvejų šie civilizacijos aspektai buvo taip pat išsivystę, kaip ir mūsų pačių civilizacijos. Tačiau tik civilizacijos, kilusios iš helenistinės Graikijos, turėjo mokslą, jau perkopusį užuomazginę stadiją. Didžioji dalis mokslo žinių buvo sukauptos Europoje per pastaruosius keturis šimtmečius. Niekur kitur ir niekada daugiau nebuvo sukurta tokių specifinių bendruomenių, pasižymėjusių tokiu moksliniu produktyvumu.

[3] Mokslo istorikai dažnai susiduria su ypač ryškia tokio aklumo forma. Studentai, ateinantys pas juos iš gamtos mokslų, labai dažnai būna verčiausi jų mokiniai. Tačiau kartu jie paprastai iš pradžių būna labiausiai nusivylę. Kadangi gamtos mokslų studentai „žino teisingus atsakymus", itin sunku priversti juos analizuoti ankstesnįjį mokslą jo paties terminais.

Kokie yra esminiai šių bendruomenių ypatumai? Aišku, kad juos reikia ištirti kur kas išsamiau. Šioje srityje galimi tik preliminarūs apibendrinimai. Vis dėlto kai kurie bruožai, būtini narystei profesionalių mokslininkų grupėje, jau yra stulbinamai aiškūs. Pavyzdžiui, mokslininkui privalo rūpėti spręsti problemas, susijusias su gamtos procesais. Be to, nors jo domėjimasis gamta gali būti globalaus masto, jo sprendžiamos problemos turi būti atskirų detalių problemos. Dar svarbiau tai, kad jį patenkinantys sprendimai būtų ne tik asmeniniai, bet kad daugelis juos pripažintų kaip sprendimus. Tačiau juos pripažįstanti grupė negali būti atsitiktinai išskirta iš visuomenės kaip visumos, veikiau tai yra griežtai apibrėžta mokslininko kolegų profesionalų bendruomenė. Viena iš griežčiausių, nors ir nerašytų, mokslinio gyvenimo taisyklių yra draudimas mokslo klausimais kreiptis į valstybių vadovus ar į liaudies mases. Vienintelės kompetentingos profesionalų grupės pripažinimas ir priskyrimas jai vienintelio profesinių pasiekimų arbitro vaidmens turi tolesnių padarinių. Grupės nariai kaip individai ir dėl vienodo pasirengimo bei patyrimo turi būti laikomi vieninteliais žaidimo taisyklių arba tam tikro ekvivalentiško vienareikšmių sprendimų pagrindo žinovais. Jeigu abejotume, kad jie turi tokį bendrą vertinimų pagrindą, pripažintume, jog egzistuoja nesuderinami mokslo pasiekimų standartai. Toks pripažinimas neišvengiamai iškeltų klausimą, ar mokslų tiesa gali būti viena.

Šis nedidelis mokslinėms bendruomenėms būdingų bruožų sąrašas paimtas tik iš normalaus mokslo praktikos, ir taip ir turi būti. Kaip tik šiai veiklai mokslininkas paprastai rengiamas. Tačiau pažymėsime, kad nors šis sąrašas neilgas, jo pakanka atskirti tokioms bendruomenėms nuo visų kitų profesinių grupių. Be to, pažymėsime, kad nors šio sąrašo šaltinis yra normalus mokslas, jis paaiškina daugelį specifinių ypatumų, būdingų grupės reakcijai revoliucijų metu ir ypač vykstant paradigmos svarstymams. Jau įsitikinome, kad tokio tipo grupė paradigmos pakeitimą turi laikyti pažanga.

Dabar galime pripažinti, kad šis suvokimas esminiais aspektais yra savaimingas. Mokslinė bendruomenė yra nepaprastai veiksmingas instrumentas, maksimaliai padidinantis dėl paradigmos pakeitimo išspręstų problemų skaičių ir patikslinantis jų sprendimą.

Kadangi mokslo pasiekimų vienetas yra išspręsta problema ir kadangi grupė gerai žino, kurios problemos jau buvo išspręstos, nedaugelį mokslininkų bus lengva įtikinti priimti požiūrį, kuris vėl kelia klausimą dėl daugelio anksčiau jau išspręstų problemų. Pati gamta turi pirmoji sutrikdyti profesinį tikrumą, nurodydama ankstesniųjų pasiekimų problemiškumą. Be to, net kai tai atsitinka ir atsiranda nauja kandidatė į paradigmą, mokslininkai nenorės jos priimti, jeigu nebus įsitikinę, kad ji atitinka dvi svarbiausias sąlygas. Pirma, naujoji kandidatė turi atrodyti galinti išspręsti tam tikrą gerai žinomą ir visuotinai pripažintą problemą, kurios negalima išspręsti jokiu kitu būdu. Antra, naujoji paradigma turi žadėti iš esmės išsaugoti realų gebėjimą spręsti problemas, kurį mokslui suteikė jos pirmtakės. Naujovė dėl naujovės moksluose nėra pageidautina, kaip yra daugelyje kitų kūrybinės veiklos sričių. Tad nors naujosios paradigmos retai turi visas savo pirmtakių galimybes arba niekada jų neturi, paprastai jos išsaugo didžiąją dalį praeities pasiekimų konkrečių elementų ir, be to, visuomet suteikia papildomų konkrečių problemų sprendimų galimybę.

Visa tai, ką pasakėme, nereiškia, kad gebėjimas spręsti problemas yra vienintelis arba neabejotinas paradigmos pasirinkimo pagrindas. Jau nurodėme daugelį priežasčių, kodėl negali būti tokios rūšies kriterijaus. Tačiau tai reiškia, jog mokslo specialistų bendruomenė darys viską, ką gali, kad užtikrintų nepaliaujamą kaupiamų duomenų, kuriuos ji gali tiksliai ir detaliai apdoroti, gausėjimą. Šiame procese bendruomenė patirs praradimų. Dažnai kai kurių senų problemų reikia atsikratyti. Be to, revoliucija neretai susiaurina bendruomenės profesinių interesų sritį, padidina jos specia-

lizaciją ir susilpnina komunikaciją su kitomis tiek mokslininkų, tiek nespecialistų grupėmis. Nors mokslas neabejotinai gilėja, jis nebūtinai kartu ir plečiasi. Jeigu plečiasi, ši plėtra daugiausia reiškiasi mokslinių specialybių gausėjimu, o ne kurios nors vienos atskiros specialybės srityje. Nepaisant šių ir kitų atskirų bendruomenių praradimų, tokių bendruomenių prigimtis potencialiai garantuoja, kad mokslo išspręstų problemų sąrašas nuolat plėsis ir vis didės atskirų problemų sprendimo tikslumas. Bent jau bendruomenės prigimtis suteikia tokią garantiją, jeigu apskritai yra koks nors būdas ją suteikti. Ar čia gali būti geresnis kriterijus už mokslininkų grupės sprendimą?

Pastarosios pastraipos nurodo kryptis, kuriomis, mano įsitikinimu, reikia ieškoti tobulesnio mokslo pažangos problemos sprendimo. Galimas daiktas, jos nurodo, kad mokslo pažanga yra ne visai tokia, kokia mes ją laikėme. Tačiau kartu jos parodo, kad tam tikra pažanga neišvengiamai charakterizuoja mokslinę veiklą, kol tokia veikla gyvuoja. Kitokio pobūdžio pažanga mokslams nebūtina. Kad pasakytume tiksliau, galime atsisakyti prielaidos – aiškiai suformuluotos arba numanomos, – jog paradigmos pasikeitimai mokslininkus ir tuos, kurie iš jų mokosi, vis labiau priartina prie tiesos.

Dabar atėjo metas pasakyti, kad iki pat paskutinių puslapių terminas „tiesa" šioje apybraižoje figūravo tik citatoje iš Franciso Bacono. Ir net šiuose puslapiuose jis figūruoja tik kaip mokslininko įsitikinimo, kad nesuderinamos mokslinės veiklos taisyklės gali koegzistuoti tik revoliucijų periodais, kai svarbiausias profesionalų uždavinys yra eliminuoti visas taisyklių sistemas, išskyrus vieną, šaltinis. Šioje apybraižoje aprašytas mokslo raidos procesas yra evoliucijos *nuo* primityvių pradmenų procesas – procesas, kurio nuosekliems pakopoms būdingas vis detalesnis ir tobulesnis gamtos supratimas. Tačiau niekas iš to, kas buvo ar bus pasakyta, nepadaro jo evoliucijos *tam tikra linkme* procesu. Ši spraga neabejotinai sutrikdys daugelį skaitytojų. Mes pernelyg įpratę

laikyti mokslą veikla, nepaliaujamai artėjančia prie tam tikro gamtos iš anksto nustatyto tikslo.

Tačiau ar toks tikslas būtinas? Ar galima mokslo egzistavimą ir jo pasiekimus aiškinti ne remiantis evoliucija nuo tam tikru momentu bendruomenei būdingo žinojimo lygio? Ar iš tiesų pravartu įsivaizduoti, kad yra tam tikras vienas išsamus, objektyvus, teisingas gamtos paaiškinimas ir kad tikrasis mokslo pasiekimo matas yra tai, kiek jis mus priartina prie šio galutinio tikslo? Jeigu mes išmoksime „evoliuciją link to, ką norime sužinoti" pakeisti „evoliucija nuo to, ką žinome", tuomet, galimas daiktas, išnyks daugybė mums ramybės neduodančių problemų. Pavyzdžiui, į tokių problemų pynę patenka indukcijos problema.

Aš dar negaliu tiksliai suformuluoti išvadų, išplaukiančių iš šio alternatyvaus požiūrio į mokslo vystymąsi. Tačiau jis padeda suvokti, kad čia siūloma konceptualinė pertvarka labai artima tai, kurią Vakarai atliko prieš šimtą metų. Tai ypač naudinga, kadangi abiem atvejais svarbiausia kliūtis pertvarkai yra ta pati. Kai Darwinas 1859 metais pirmą kartą paskelbė savo evoliucijos, vykstančios natūraliosios atrankos būdu, teoriją, daugeliui profesionalų didžiausią nerimą sukėlė ne rūšių kitimo sąvoka ir ne tai, kad žmogus galbūt kilo iš beždžionės. Evoliuciją, taip pat ir žmogaus evoliuciją, liudijantys įrodymai buvo kaupiami dešimtmečius, o evoliucijos idėja buvo iškelta ir plačiai paplito anksčiau. Nors evoliucijos, kaip tokios, idėja buvo sutikta su pasipriešinimu, ypač kai kurių religinių grupių, tai anaiptol nebuvo didžiausia kliūtis, su kuria susidūrė Darwino šalininkai. Didžiausi keblumai kilo iš idėjos, kuri buvo artima paties Darwino pažiūroms. Visos gerai žinomos iki Darwino vyravusios evoliucijos teorijos – Lamarcko, Chamberso, Spencerio, vokiečių natūrfilosofų – evoliuciją laikė tikslingu procesu. Buvo manoma, kad žmogaus ir dabartinės floros ir faunos „idėja" egzistavo nuo pat gyvybės sukūrimo, tikriausiai Dievo protė. Ši idėja arba planas suteikė kryptį visam evoliuci-

jos procesui ir buvo jam vadovaujanti jėga. Kiekviena nauja evoliucinio vystymosi pakopa tobuliau realizavo nuo pat pradžių egzistavusį planą[4].

Daugeliui žmonių tokios teleologinio pobūdžio evoliucijos atmetimas buvo reikšmingiausia ir mažiausiai priimtina iš Darwino prielaidų[5]. *Rūšių atsiradimas* nepripažino jokio Dievo ar gamtos nustatyto tikslo. Tik natūrali atranka, pasireiškianti tam tikroje aplinkoje ir tarp realiai joje egzistuojančių organizmų, lėmė, kad palaipsniui, bet nenukrypstamai radosi tobulesni, labiau išsivystę ir kur kas geriau prisitaikę organizmai. Net tokie nuostabiai pritaikyti organai kaip žmogaus akys ir rankos, – organai, kurių sandara anksčiau teikė svarių argumentų už aukščiausiojo kūrėjo ir išankstinio plano egzistavimą, – buvo nepaliaujamo proceso *nuo* primityvių užuomazgų, bet ne kokio nors tikslo *link* rezultatas. Įsitikinimas, kad natūrali atranka, kurią lemia paprasta individų kova dėl išlikimo, galėjo sukurti žmogų ir drauge labiau išsivysčiusius gyvūnus ir augmeniją, buvo kebliausias ir labiausiai trikdantis Darwino teorijos aspektas. Ką galėjo reikšti sąvokos „evoliucija", „vystymasis" ir „pažanga" nesant aiškiai apibrėžto tikslo? Daugeliui žmonių tokie terminai staiga pasirodė prieštaringi.

Analogija, organizmų evoliuciją susiejanti su mokslo idėjų evoliucija, lengvai gali nuvesti per daug toli. Tačiau šiame baigiamajame skyriuje aptariamų klausimų atžvilgiu ji yra labai tinkama. Procesas, aprašytas dvyliktajame skyriuje kaip revoliucijų sprendimas, yra tinkamiausio ateities mokslinės veiklos būdo atrinkimas vykstant konfliktui mokslinėje ben-

[4] Loren Eiseley, *Darwin's Century: Evolution and the Men Who Discovered It* (New York, 1958), chaps. II, IV–V.

[5] Ypač tikslų aprašymą, kaip vienas žymus darvinistas stengėsi susidoroti su šia problema, žr.: A. Hunter Dupree, *Asa Gray, 1810 – 1888* (Cambridge, Mass., 1959), p. 295–306, 355–383.

druomenėje. Galutinis tokios revoliucinės atrankos epizodų, kuriuos skiria normalaus mokslinio tyrinėjimo periodai, rezultatas yra nepaprastai puikiai pritaikytas instrumentų visetas, kurį vadiname šiuolaikiniu moksliniu pažinimu. Nuoseklioms šio raidos proceso stadijoms būdingas vis didesnis konkretumas ir specializacija. Ir visas šis procesas gali vykti, kaip mes dabar įsivaizduojame biologinę evoliuciją, be kokio nors nustatyto tikslo, nekintamos mokslinės tiesos, kurios kiekviena pakopa mokslinio pažinimo raidoje pateikia geresnį modelį.

Kiekvienas, kuris sekė mūsų argumentaciją, vis dėlto matys reikalą paklausti, kodėl turi vykti evoliucijos procesas? Kokia turi būti gamta, neišskiriant ir žmogaus, kad apskritai būtų įmanomas mokslas? Kodėl mokslinės bendruomenės turėtų pasiekti tvirtą sutarimą, neįmanomą kitose srityse? Kodėl sutarimas turėtų tęstis nuo vieno paradigmos pasikeitimo iki kito? Ir kodėl paradigmos pasikeitimas visuomet turėtų sukurti instrumentą, visais atžvilgiais tobulesnį už ankstesnįjį? Vienu požiūriu į šiuos klausimus, išskyrus pirmąjį, jau buvo atsakyta. Tačiau kitu požiūriu jie yra tokie pat atviri, kaip ir šios apybraižos pradžioje. Ne tik mokslinė bendruomenė turi būti specifinė. Pasaulis, kurio dalis yra ši bendruomenė, taip pat turi turėti visiškai specifinių bruožų, ir mes ne ką geriau žinome, kokie jie turi būti, negu žinojome iš pradžių. Tačiau šią problemą – koks turi būti pasaulis, kad žmogus galėtų jį pažinti, – sukūrė ne ši apybraiža. Priešingai, ji tokia pat sena, kaip ir pats mokslas, ir tebėra neišspręsta. Tačiau jos čia ir nereikia išspręsti. Kiekviena gamtos koncepcija, suderinama, kaip įsitikinta, su mokslo plėtra, yra suderinama su čia pateiktu evoliuciniu požiūriu į mokslą. Kadangi šis požiūris atitinka ir nuodugnius mokslinio gyvenimo stebėjimus, yra svarių argumentų, patvirtinančių, kad juo galima remtis sprendžiant daugybę dar likusių problemų.

POST SCRIPTUM (1969 m.)

Nuo šios knygos pasirodymo praėjo beveik septyneri metai[1]. Per tą laiką kritikų atsiliepimai ir mano paties tolesnis darbas padėjo man geriau suprasti daugelį joje iškeltų problemų. Esminiais klausimais mano požiūris beveik nepasikeitė, tačiau dabar aš suprantu, kokie jos pradinės formuluotės aspektai sudarė nereikalingų keblumų ir davė pagrindą klaidingiems aiškinimams. Kadangi kai kurie iš jų atsirado dėl mano kaltės, jų pašalinimas leis man pasistūmėti į priekį, o tai galiausiai galbūt taps naujo knygos varianto pagrindu[2]. Šiaip ar taip, aš džiaugiuosi proga padaryti reikalingas pataisas, pakomentuoti kai kurias ne kartą išsakytas kritines pastabas ir nubrėžti kryptis, kuriomis šiuo metu rutuliojasi mano paties pažiūros[3].

[1] Šį prierašą parengiau daktaro Shigeru Nakayamos iš Tokijo universiteto, kuris vienu metu buvo mano studentas ir su kuriuo mane sieja sena draugystė, pasiūlymu – jis buvo skirtas įdėti į jo parengtą šios knygos vertimą į japonų kalbą. Esu dėkingas jam už idėją, už kantrybę laukiant, kol ji bus realizuota, ir už leidimą įdėti šio darbo rezultatą į knygos leidimą anglų kalba.

[2] Rengdamas šį leidimą aš stengiausi sistemingai neperrašinėti knygos, apsiribojau tuo, kad ištaisiau keletą korektūros klaidų ir porą fragmentų, kuriuose buvo paskirų netikslumų. Vienas iš jų yra Newtono *Principia* vaidmens XVIII a. mechanikos raidoje apibūdinimas (p. 30–33), kitas susijęs su reakcija į krizę (p. 84).

[3] Kitas nuorodas galima rasti dviejose pastarojo meto mano apybraižose: „Reflection on My Critics", in Imre Lakatos and Alan Musgrave (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge* (Cambridge, 1970);

Kai kurie esminiai keblumai, kurių sudaro mano pradinis tekstas, susiję su paradigmos sąvoka, ir savo samprotavimus pradedu nuo jų[4]. Pirmajame poskyryje aš konstatuoju, jog pageidautina šią sąvoką atskirti nuo mokslinės bendruomenės sąvokos, nurodau, kaip tai galima padaryti, ir aptariu kai kurias svarbias pasekmes, atsirandančias dėl tokio analitinio atskyrimo. Toliau svarstau, kas atsitinka, kai paradigmų ieškoma analizuojant *anksčiau susidariusios* mokslinės bendruomenės narių elgesį. Iš to greitai paaiškėja, kad daugelyje knygos vietų terminas „paradigma" vartojamas dviem skirtingomis prasmėmis. Viena vertus, jis žymi tam tikros bendruomenės nariams būdingų įsitikinimų, vertybių, metodų ir t. t. visumą. Kita vertus, jis nurodo vieną šios visumos elemento rūšį – konkrečius galvosūkių sprendimus, kurie, imami kaip modeliai ar pavyzdžiai, gali pakeisti aiškiai suformuluotas taisykles kaip dar neišspręstų normalaus mokslo galvosūkių sprendimo pagrindas. Pirmoji termino prasmė (pavadinkime ją sociologine) aptariama toliau, antrajame poskyryje; trečiasis poskyris skirtas paradigmoms kaip praeities pasiekimų pavyzdžiams.

Bent jau filosofiniu požiūriu ši antroji termino „paradigma" prasmė yra gilesnė, ir mano teiginiai jos atžvilgiu yra svarbiausias ginčų ir klaidingų interpretacijų, kurias paskatino ši knyga, ypač kaltinimo, kad aš mokslą paverčiu sub-

„Second Thoughts on Paradigms", in Frederick Suppe (ed.), *The Structure of Scientific Theories* (Urbana, Ill., 1970 ar 1971), abi jos šiuo metu spausdinamos. Toliau cituodamas pirmąją apybraižą vadinsiu ją „Reflections", o knygą, kurioje ji išspausdinta, – *Growth of Knowledge*; antroji apybraiža vadinama „Second Thoughts".

[4] Ypač įtikinamą mano pradinio paradigmų aptarimo kritiką žr.: Margaret Masterman, „The Nature of a Paradigm", in *Growth of Knowledge*; Dudley Shapere, „The Structure of Scientific Revolutions", *Philosophical Review*, LXXIII (1964), p. 383–394.

jektyvia ir iracionalia veikla, šaltinis. Šie klausimai aptariami ketvirtajame ir penktajame poskyriuose. Ketvirtajame poskyryje įrodinėjama, kad tokie terminai, kaip „subjektyvus" ir „intuityvus", negali būti adekvačiai taikomi pažinimo komponentams, kuriuos aš apibūdinau kaip numanomus visuotinai pripažintuose pavyzdžiuose. Nors toks pažinimas negali būti performuluotas remiantis taisyklėmis ir kriterijais iš esmės jo nepakeičiant, vis dėlto jis yra sistemiškas, laiko patikrintas ir tam tikra prasme gali būti pakoreguotas. Penktajame poskyryje šis argumentas taikomas vienos iš dviejų nesuderinamų teorijų pasirinkimo problemai ir suformuluojama glausta išvada, kad žmones, kurie vadovaujasi nebendramačiais požiūriais, galima laikyti skirtingų kalbinių bendruomenių nariais, o jų komunikavimo problemos gali būti analizuojamos kaip vertimo problemos. Likusios trys problemos aptariamos šeštajame ir septintajame poskyriuose. Šeštajame poskyryje svarstomas kaltinimas, kad šioje knygoje plėtojamas požiūris į mokslą yra perdėm reliatyvistinis. Septintajame pirmiausia aiškinamasi, ar iš tiesų mano argumentacijai kenkia, kaip buvo teigiama, aprašomojo ir normatyvinio modelių samplaika, ir baigiama trumpomis pastabomis atskiros apybraižos vertu klausimu: kokiu mastu pagrindinės šios knygos tezės pagrįstai gali būti taikomos kitoms sritims, ne mokslui.

1. Paradigmos ir bendruomenės struktūra

Terminas „paradigma" įvedamas nuo pat pirmųjų puslapių, ir jo įvedimo būdas susijęs su loginiu ratu. Paradigma yra tai, ką pripažįsta visi mokslinės bendruomenės nariai, *ir*, atvirkščiai, mokslinę bendruomenę sudaro žmonės, pripažįstantys paradigmą. Ne kiekvienas loginis ratas yra ydingas (panašios struktūros argumentą aš ginsiu vėliau šiame prieraše), tačiau šis iš tiesų yra keblumų šaltinis. Mokslinės ben-

druomenės gali ir turi būti išskiriamos nesiremiant paradigmomis; pastarąją paskui galima atskleisti nuodugniai analizuojant tam tikros bendruomenės narių elgesį. Jeigu ši knyga būtų rašoma iš naujo, ją reikėtų pradėti nuo mokslinės bendruomenės struktūros aptarimo – klausimo, kuris pastaruoju metu tapo svarbiu sociologinių tyrimų objektu ir kurį mokslo istorikai taip pat pradeda traktuoti rimtai. Preliminarūs rezultatai, kurių daugelis dar nepaskelbti, rodo, kad jam tirti reikalingi empiriniai metodai nėra trivialūs, bet kai kurie jau yra, o kiti neabejotinai turės būti parengti[5]. Dauguma tiriamąjį darbą dirbančių mokslininkų iškart atsako į klausimus apie savo priklausymą bendruomenei, laikydami savaime suprantamu dalyku, kad atsakomybė už įvairias specializacijas tenka grupėms, kurių narystė bent jau bendrais bruožais apibrėžta. Todėl čia aš darau prielaidą, kad joms identifikuoti bus rasta sistemiškesnių priemonių. Užuot pateikus preliminarius tyrimų rezultatus, leiskite man glaustai paaiškinti intuityvią bendruomenės sampratą, kuri iš esmės sudaro ankstesnių šios knygos skyrių pagrindą. Ši samprata dabar plačiai paplitusi tarp mokslininkų, sociologų ir daugelio mokslo istorikų.

Pasak šio požiūrio, mokslinę bendruomenę sudaro tyrinėtojai, turintys mokslinę specialybę. Jų išsimokslinimas ir profesinis pasirengimas yra labai panašus – kur kas panašesnis nei daugelyje kitų sričių; mokymosi procese jie išstu-

[5] W. O. Hagstrom, *The Scientific Community* (New York, 1965), chaps. IV, V; D. J. Price and D. de B. Beaver, „Collaboration in an Invisible College", *American Psychologist*, XXI (1966), p. 1011–1118; Diana Crane, „Social Structure in a Group of Scientists: A Test of the 'Invisible College' Hypothesis", *American Sociological Review*, XXXIV (1969), p. 335–352; N. C. Mullins, *Social Networks among Biological Scientists* (Ph. D. diss., Harvard University, 1966) ir „The Micro-Structure of an Invisible College: The Phage Group" (pranešimas, perskaitytas metiniame Amerikos sociologų asociacijos susirinkime Bostone 1968 m.).

dijavo tą pačią mokomąją literatūrą ir išmoko iš jos daug tų pačių dalykų. Dažniausiai šios standartinės literatūros ribos žymi mokslinių tyrinėjimų objekto ribas, ir kiekviena bendruomenė paprastai turi savo objektą. Esama mokslo mokyklų, tai yra bendruomenių, kurios tą patį objektą traktuoja vadovaudamosi nesuderinamais požiūriais. Tačiau jų pasitaiko kur kas rečiau negu kitose srityse; jos visuomet konkuruoja tarpusavyje, bet jų konkurencija paprastai greitai baigiasi. Dėl to mokslinės bendruomenės nariai save laiko ir kitų yra laikomi vieninteliais žmonėmis, atsakingais už tam tikros bendrų tikslų sistemos, apimančios ir jų sekėjų mokymą, įgyvendinimą. Komunikacija tokiose grupėse yra palyginti gera, o profesiniai sprendimai palyginti vienbalsiai. Kita vertus, kadangi skirtingų mokslinių bendruomenių dėmesys yra sutelktas į skirtingus dalykus, atskirų grupių profesinė komunikacija kartais būna kebli, dažnai kyla nesusipratimų, kurie, jeigu nepašalinami, gali sukelti svarbių ir iš anksto nenumatytų nesutarimų.

Žinoma, bendruomenės šia prasme egzistuoja daugelyje lygmenų. Globaliausia yra visų gamtos mokslų atstovų bendruomenė. Šiek tiek žemesnio lygmens pagrindinės mokslininkų profesinės grupės yra fizikų, chemikų, astronomų, zoologų ir kt. bendruomenės. Šių didelių grupuočių lygmenyje narystė bendruomenėje lengvai nustatoma, išskyrus periferinius atvejus. Mokslinių tyrinėjimų sritis, narystė profesinėse draugijose ir žurnalų skaitymas paprastai yra visiškai pakankami požymiai. Panašiu būdu išskiriami ir dideli pogrupiai: organinės chemijos atstovų, o tarp jų galbūt baltymų chemijos specialistų, kietojo kūno fizikos ir didelių energijų fizikos specialistų, radijo astronomijos specialistų ir t. t. Empirinių problemų atsiranda tik kitame, žemesniame lygmenyje. Imkime šiuolaikinį pavyzdį: kaip reikia išskirti bakteriofagų tyrinėtojų grupę, kol ji dar nėra viešai pripažinta? Šiuo atveju reikia remtis dalyvavimu specialiose konferencijose, rankraščių juodraščių ar skilčių platinimu prieš jų paskelbimą, o vi-

sų pirma analizuoti formalias ir neformalias komunikacijos sistemas, taip pat ir tas, kurios atsiskleidžia iš korespondencijos ir iš citatų sąsajų[6]. Aš manau, kad toks darbas gali būti ir bus atliktas, bent jau šiuolaikinės situacijos ir nesenos istorijos atžvilgiu. Dažniausiai taip galima analizuoti bendruomenes, susidedančias iš maždaug šimto narių, o kartais ir iš gerokai mažiau. Paprastai atskiri mokslininkai, ypač talentingiausi, vienu metu arba paeiliui priklausys kelioms tokioms grupėms.

Tokio tipo bendruomenės yra dariniai, šioje knygoje pateikti kaip mokslinės žinijos kūrėjai ir pagrindėjai. Paradigmos yra tai, ką bendrai pripažįsta tokių grupių nariai. Daugelį mokslo aspektų, aprašytų ankstesniuose puslapiuose, vargu ar galima suprasti nesiremiant šių bendrų elementų prigimtimi. Tačiau kiti aspektai, nors pradiniame tekste aš apie juos atskirai nekalbėjau, gali būti suvokti ir be šito. Todėl prieš pereinant prie pačių paradigmų pravartu atkreipti dėmesį į daugelį problemų, kurios reikalauja atsižvelgti tik į bendruomenės struktūrą.

Ko gero, ryškiausia iš jų yra tai, ką anksčiau aš pavadinau perėjimu iš ikiparadigminio mokslo srities raidos periodo į poparadigminį. Šį perėjimą aš aptariau antrajame skyriuje. Prieš jam įvykstant daugelis mokyklų varžosi dėl dominavimo šioje srityje. Vėliau, po kai kurių reikšmingų mokslo pasiekimų, mokyklų labai sumažėja, dažniausiai lieka tik viena, ir prasideda efektyvesnė mokslinė veikla. Pastaroji paprastai yra ezoterinė ir orientuota į galvosūkių sprendimą; toks gru-

[6] Eugene Garfield, *The Use of Citation Data in Writing the History of Science* (Philadelphia: Institute of Scientific Information, 1964); M. M. Kessler, „Comparison of the Results of Bibliographic Coupling and Analytic Subject Indexing", *American Documentation*, XVI (1965), p. 223–233; D. J. Price, „Networks of Scientific Papers", *Science*, CIL (1965), p. 510–515.

pės darbas įmanomas tik tada, kai jos nariai savo srities pamatinius principus priima be įrodymo.

Šio perėjimo į brandos tarpsnį prigimtį verta aptarti išsamiau, negu tai buvo padaryta šioje knygoje; ypač šito galėtų imtis tie, kuriems rūpi šiuolaikinių socialinių mokslų raida. Čia galbūt pravartu nurodyti, kad perėjimą nebūtina (dabar aš manau, kad neturėtų būti būtina) sieti su pirmuoju paradigmos įgijimu. Visų mokslinių bendruomenių nariai, neišskiriant ir „ikiparadigminių" mokyklų, pripažįsta tam tikras elementų rūšis, kurias aš pavadinau bendru terminu „paradigma". Perėjimas į brandos tarpsnį susijęs ne su paradigmos egzistavimu, bet veikiau su jos prigimties pasikeitimu. Tik įvykus tokiam pasikeitimui įmanoma normali tiriamoji veikla, susijusi su galvosūkių sprendimu. Taigi daugelį išsivysčiusio mokslo ypatybių, kurias aš anksčiau siejau su paradigmos įgijimu, dabar galėčiau traktuoti kaip tam tikros paradigmos, kuri identifikuoja keblius galvosūkius, pateikia jų sprendimo raktą ir garantuoja, kad iš tiesų gabiam tyrinėtojui pasiseks, įgijimo pasekmes. Matyt, tiktai tie, kuriems suteikia drąsos suvokimas, kad jų pačių sritis (arba mokykla) turi paradigmas, gali pajusti, kad pasikeitimas susijęs su kažko svarbaus paaukojimu.

Antroji problema, kuri bent jau istorikams svarbesnė, susijusi su tuo, kad šioje knygoje mokslinės bendruomenės netiesiogiai identifikuojamos su mokslinio tyrimo objektais. Antai aš ne kartą rašiau taip, tarsi, tarkime, terminai „fizikinė optika", „elektra" ir „šiluma" turėtų įvardyti mokslines bendruomenes, kadangi jie įvardija tyrimo objektus. Vienintelė alternatyva, kurią, atrodo, pripažįsta mano knyga, – kad visi šie objektai priklauso fizikų bendruomenei. Tačiau tokio tipo identifikacijos paprastai neišlaiko patikrinimo, kaip ne kartą nurodė mano kolegos mokslo istorikai. Pavyzdžiui, iki XIX amžiaus vidurio nebuvo jokios fizikų bendruomenės, ji susiformavo vėliau, susiliejus dviem anksčiau atskiroms bendruomenėms – matematikos ir gamtos filosofijos (*physique*

expérimentale) atstovų. Tai, kas šiandien yra vienos plačios bendruomenės tyrimų objektas, praeityje buvo įvairiai pasiskirstę atskirose bendruomenėse. Kiti siauresni objektai, pavyzdžiui, šiluma ir materijos teorija, ilgą laiką netapo kurios nors vienos mokslinės bendruomenės specialia sritimi. Tačiau ir normalus mokslas, ir revoliucijos yra bendruomenių veikla. Norint ją atskleisti ir analizuoti, pirma reikia paaiškinti, kaip laikui bėgant kinta mokslo bendruomenių struktūra. Pirmiausia paradigma valdo ne tyrimų sritį, bet veikiau tyrinėtojų grupę. Kiekviena paradigma grindžiamo ar paradigmą griaunančio tyrimo analizė turi prasidėti nuo už jį atsakingos grupės ar grupių nustatymo.

Kai mokslo raida analizuojama vadovaujantis tokiu požiūriu, kai kurie keblumai, į kuriuos kritikai buvo sutelkę dėmesį, turėtų išnykti. Pavyzdžiui, daugelis komentatorių rėmėsi materijos teorija stengdamiesi įteigti, kad aš gerokai išpūčiau mokslininkų vieningumą pripažįstant paradigmą. Jie nurodo, kad dar palyginti neseniai šios teorijos buvo nuolatinių nesutarimų ir ginčų objektas. Aš sutinku su pastaba, bet anaiptol nemanau, kad tai yra kontrpavyzdys. Bent jau iki 1920 metų materijos teorijos nebuvo kokios nors mokslinės bendruomenės speciali sritis ar tyrimų objektas. Veikiau jos buvo daugelio specialistų grupių instrumentai. Įvairių bendruomenių nariai kartais pasirinkdavo skirtingus instrumentus ir kritikuodavo kitų pasirinkimą. Dar svarbiau tai, kad materijos teorija nėra tokio pobūdžio problema, dėl kurios būtinai turėtų sutarti net vienos bendruomenės nariai. Būtinybė sutarti priklauso nuo to, ką bendruomenė veikia. Šiuo atveju pavyzdys galėtų būti chemija pirmojoje XIX amžiaus pusėje. Nors kai kurie pagrindiniai bendruomenės instrumentai – sudėties pastovumas, kartotiniai santykiai ir komponentų svoriai – priėmus Daltono atominę teoriją buvo visuotinai naudojami, chemikai ir po to galėjo grįsti savo darbus šiais instrumentais, bet nesutarti, kartais įnirtingai, dėl atomų egzistavimo.

Manau, kad tokiu pačiu būdu galima pašalinti ir kai kuriuos kitus keblumus ir nesusipratimus. Iš dalies dėl mano parinktų pavyzdžių, iš dalies dėl to, kad neaiškiai nusakiau atitinkamų bendruomenių prigimtį ir dydį, kai kurie šios knygos skaitytojai padarė išvadą, kad mane pirmiausia arba išimtinai domina didelės revoliucijos, tokios kaip tos, kurios siejamos su Koperniku, Newtonu, Darwinu ar Einsteinu. Tačiau aiškesnis bendruomenės struktūros pavaizdavimas padėtų sudaryti visiškai kitokį įspūdį, negu aš stengiausi sukurti. Revoliucija aš laikau ypatingo pobūdžio pokytį, apimantį tam tikrą grupės nuostatų rekonstravimą. Bet tai nebūtinai turi būti didelis pokytis, ir jis nebūtinai turi atrodyti revoliucinis nepriklausantiems tai bendruomenei, kurią galbūt sudaro mažiau nei dvidešimt penki žmonės. Kaip tik dėl to, kad tokio pobūdžio nedidelio masto pokyčiai, mažai pripažįstami arba aptariami mokslo filosofijos literatūroje, vyksta taip reguliariai, būtina suprasti revoliucinių pokyčių, kaip priešingų kumuliatyviems, prigimtį.

Dar viena pataisa, glaudžiai susijusi su ankstesniąja, gali padėti lengviau ją suprasti. Daugelis kritikų suabejojo, ar krizė, bendras suvokimas, kad kažkas ne taip, yra tokia neišvengiama revoliucijų prielaida, kaip aš pavaizdavau pradiniame tekste. Tačiau mano argumentai iš esmės nepriklauso nuo to, ar krizės yra absoliuti revoliucijų prielaida; jos tik paprastai yra preliudija, palaikanti savireguliacijos mechanizmą, kuris mums laiduoja, kad normalaus mokslo tvirtumas nebus amžinai nepajudinamas. Revoliucijos gali būti sukeltos ir kitais būdais, tačiau tai, mano manymu, pasitaiko retai. Be to, dabar norėčiau nurodyti, kas liko neaišku dėl to, kad nebuvo pateikta adekvati bendruomenės struktūros analizė: krizes nebūtinai turi sukelti bendruomenės, kuri jas patiria ir dėl to kartais išgyvena revoliuciją, veikla. Nauji instrumentai, tokie kaip elektroninis mikroskopas, arba nauji dėsniai, tokie kaip Maxwello, gali būti sukurti vienoje mokslo srityje, o jų taikymas gali sukelti krizę kitoje.

2. Paradigmos kaip grupės nuostatų sistemos

Dabar grįžkime prie paradigmų ir išsiaiškinkime, kas jos galėtų būti. Tai neaiškiausias ir svarbiausias klausimas, kurį palieka mano pradinis tekstas. Vienas prijaučiantis skaitytojas, pritariantis mano įsitikinimui, kad „paradigma" vadinami pagrindiniai filosofiniai knygos elementai, parengė dalinę analitinę rodyklę ir padarė išvadą, kad šis terminas vartojamas mažiausiai dvidešimt dviem skirtingais būdais[7]. Dabar aš manau, kad dauguma šių skirtumų atsirado dėl stilistinio nenuoseklumo (pavyzdžiui, Newtono dėsniai kartais yra paradigma, kartais – paradigmos dalys, o kartais – paradigminiai) ir palyginti lengvai gali būti pašalinti. Tačiau suredagavus knygą šiuo požiūriu, terminas bus vartojamas dviem visiškai skirtingomis prasmėmis, kurias būtina atskirti. Šio poskyrio objektas yra bendresnė vartosena, o antroji bus aptarta kitame.

Ką tik aptartais būdais išskyrus tam tikrą specialistų bendruomenę, pravartu paklausti: kas bendra jos nariams, kuo remiasi palyginti visapusė jų profesinė komunikacija ir santykinis jų profesinių sprendimų vieningumas? Paradigma arba paradigmų visetas – tokį atsakymą į šį klausimą pateikia pradinis mano knygos tekstas. Tačiau šiuo atveju, skirtingai nuo to, kuris bus aptariamas toliau, terminas „paradigma" netinka. Patys mokslininkai sakys, kad jie pripažįsta tą pačią teoriją arba teorijų visetą, ir aš būčiau patenkintas, jeigu šis terminas galiausiai galėtų būti vartojamas šiuo atveju. Bet terminas „teorija", kaip jis paprastai vartojamas mokslo filosofijoje, žymi prigimties ir apimties atžvilgiu kur kas labiau apribotą struktūrą nei ta, kuri reikalinga čia. Kol šis terminas nėra atsietas nuo paplitusių jam priskiriamų prasmių, painiavos galima išvengti įvedant kitą. Šiuo atveju aš siūlau terminą „disciplininė matrica": „disciplininė" todėl, kad ji

[7] Masterman, *op. cit.*

remiasi tuo, kas bendra tam tikros disciplinos atstovams; „matrica" todėl, kad ją sudaro tam tikra tvarka išdėstyti įvairių rūšių elementai, kurių kiekvienas reikalauja tolesnės specifikacijos. Visos arba dauguma grupės nuostatų, kurios mano pradiniame tekste vadinamos paradigmomis, paradigmų dalimis arba paradigminėmis, yra disciplininės matricos komponentai, ir kaip tokie jie sudaro visumą ir funkcionuoja drauge. Tačiau jie neturi būti traktuojami kaip vienodi. Aš nesistengsiu čia pateikti išsamaus jų sąrašo, bet nurodysiu pagrindines disciplininės matricos komponentų rūšis – tai paaiškins mano dabartinio požiūrio esmę ir kartu parengs kitam svarbiam momentui.

Vieną svarbią komponentų rūšį aš vadinsiu „simboliniais apibendrinimais", turėdamas galvoje tas išraiškas, dėl kurių vartojimo grupės nariams nekyla jokių abejonių ar nesutarimų ir kurioms lengvai galima suteikti tokio pobūdžio loginę formą: $(x)(y)(z)\varphi(x, y, z)$. Tai formalūs arba lengvai formalizuojami disciplininės matricos komponentai. Kartais jie iš pat pradžių turi simbolinę formą: $f = ma$ arba $I = V/R$. Kiti paprastai išreiškiami žodžiais: „ junginį sudarančių elementų masių santykis yra pastovus" arba „veikimas lygus atoveikiui". Jeigu nebūtų tokių visuotinai pripažįstamų išraiškų, grupės nariai spręsdami galvosūkius neturėtų kur taikyti galingo loginių ir matematinių operacijų aparato. Nors taksonomijos pavyzdys perša mintį, kad normalus mokslas gali išsiversti su nedaugeliu tokių išraiškų, mokslo galia, atrodo, paprastai auga, kai daugėja simbolinių apibendrinimų, kuriais disponuoja jo atstovai.

Tie apibendrinimai atrodo kaip gamtos dėsniai, tačiau grupės nariams jie dažnai atlieka ne tik šią funkciją. Kartais tai yra, pavyzdžiui, Joule'io ir Lenzo dėsnis $H = RI^2$. Kai buvo atrastas šis dėsnis, bendruomenės nariai jau žinojo, ką žymi H, R ir I, ir šie apibendrinimai tiesiog pasakė jiems kai ką apie tai, kaip elgiasi šiluma, srovė ir varža, ko jie anksčiau nežinojo. Tačiau, kaip rodo knygoje išdėstyti samprotavimai,

dažniausiai simboliniai apibendrinimai kartu atlieka ir antrąją funkciją, kurią mokslo filosofai savo analizėse paprastai griežtai atskiria nuo pirmosios. Kaip ir $f = ma$ arba $I = V/R$, šie apibendrinimai iš dalies funkcionuoja kaip dėsniai, tačiau iš dalies ir kaip kai kurių į juos įeinančių simbolių apibrėžimai. Be to, jų neatskiriamų dėsnio nustatymo ir apibrėžimo galių santykis laikui bėgant kinta. Kitame kontekste šiuos klausimus būtų verta detaliai išanalizuoti, nes nuostatų, susijusių su dėsniu, ir nuostatų, susijusių su apibrėžimu, prigimtis yra visiškai skirtinga. Dėsnius dažnai galima iš dalies pakoreguoti, tačiau apibrėžimų, kurie yra tautologijos, – ne. Pavyzdžiui, pripažinus Ohmo dėsnį buvo būtina iš naujo apibrėžti sąvokas „srovė" ir „varža"; jeigu šie terminai ir toliau būtų reiškę tai, ką jie reiškė anksčiau, Ohmo dėsnis nebūtų buvęs teisingas; kaip tik dėl to jam buvo taip atkakliai priešinamasi, tuo tarpu, tarkime, Joule'io ir Lenzo dėsniui – ne[8]. Tokia situacija, ko gero, yra tipiška. Dabar aš manau, kad visoms revoliucijoms, be kitų dalykų, būdinga tai, jog atsisakoma apibendrinimų, kurie anksčiau iš dalies turėjo tautologijų galią. Ar Einsteinas parodė, kad vienalaikiškumas yra reliatyvus, ar jis pakeitė pačią vienalaikiškumo sąvoką? Ar tie, kuriems frazė „vienalaikiškumo reliatyvumas" skambėjo paradoksaliai, tiesiog klydo?

Dabar aptarkime antrąjį disciplininės matricos komponentų tipą, apie kurį nemažai buvo kalbėta mano pradiniame tekste kaip apie „metafizines paradigmas" arba „metafizines paradigmų dalis". Aš čia turiu galvoje tokias visuotines nuostatas: šiluma yra kūnus sudarančių dalių kinetinė energija; visi mū-

[8] Svarbiausius šio epizodo momentus žr.: T. M. Brown, „The Electric Current in Early Nineteenth-Century French Physics", *Historical Studies in the Physical Sciences*, I (1969), p. 61–103; Morton Schagrin, „Resistance to Ohm's Law", *American Journal of Physics*, XXI (1963), p. 536–547.

sų suvokiami reiškiniai atsiranda dėl kokybiškai neutralių atomų sąveikos tuštumoje arba, kita vertus, dėl materijos ir jėgos, arba dėl laukų. Jeigu dabar iš naujo rašyčiau šią knygą, tokias nuostatas apibūdinčiau kaip įsitikinimą tam tikrų modelių teisingumu ir išplėsčiau kategorinius modelius, kad jie apimtų ir santykiškai euristinį variantą: elektros grandinę galima traktuoti kaip stabilios būsenos hidrodinaminę sistemą, dujų molekulės elgiasi kaip chaotiškai judantys maži elastingi biliardo rutuliukai. Nors grupės nuostatų tvirtumas kinta pereinant nuo euristinių prie ontologinių modelių (ir tai turi netrivialių padarinių), visi modeliai turi panašias funkcijas. Be kita ko, jie pateikia grupei priimtinesnių ar leistinų analogijų ir metaforų. Šitaip jie padeda nustatyti, kas bus priimta kaip paaiškinimas ir kaip galvosūkio sprendimas; ir atvirkščiai, jie padeda patikslinti neišspręstų galvosūkių sąrašą ir įvertinti kiekvieno iš jų svarbą. Tačiau pažymėsime, kad mokslinės bendruomenės nariai neprivalo sutarti net dėl euristinių modelių, nors paprastai jie sutaria. Aš jau minėjau, kad XIX a. pirmojoje pusėje chemikų bendruomenės nariams nebuvo būtina tikėti atomų egzistavimu.

Trečiąją disciplininės matricos elementų rūšį aš čia apibūdinsiu kaip vertybes. Paprastai jos yra plačiau paplitusios įvairiose bendruomenėse negu simboliniai apibendrinimai ar modeliai, ir kaip tik jos daugiausia suteikia bendrumo jausmą gamtos mokslų atstovams kaip visumai. Nors jos funkcionuoja nuolat, tačiau ypač svarbios tampa tuomet, kai tam tikros bendruomenės nariai turi identifikuoti krizę arba vėliau pasirinkti vieną iš nesuderinamų būdų, kaip turi būti atliekami jų srities tyrimai. Ko gero, giliausiai įsišaknijusios vertybės susijusios su numatymais: jie turi būti tikslūs; kiekybiniai numatymai yra svarbesni už kokybinius; kad ir kokia būtų leistinos paklaidos riba tam tikroje srityje, jos visuomet turi būti laikomasi, ir t. t. Be to, yra ir tokių vertybių, kuriomis remiamasi sprendžiant apie ištisas teorijas: pirmiausia ir svarbiausia, jos turi leisti formuluoti ir spręsti galvosūkius; kai tai įmanoma,

jos turi būti paprastos, vidujai neprieštaringos, įtikinamos, t. y. suderinamos su kitomis tuo pačiu metu išplėtotomis teorijomis. (Dabar aš manau, jog mano pradinio teksto trūkumas yra tai, kad per mažai dėmesio skiriama tokioms vertybėms, kaip vidinis ir išorinis nuoseklumas analizuojant krizės šaltinius ir teorijos pasirinkimo veiksnius.) Yra ir kitų vertybių rūšių – pavyzdžiui, mokslas turi (arba neturi) būti naudingas visuomenei, – bet iš to, kas pasakyta, aišku, ką aš turiu galvoje.

Tačiau vieną bendrų vertybių aspektą būtina aptarti skyrium. Vertybės kur kas labiau negu kitos disciplininės matricos komponentų rūšys gali būti bendros žmonėms, kurie jas taiko skirtingai. Įvairių tam tikros grupės narių sprendimai apie tikslumą skirtingais laiko momentais yra palyginti stabilūs (nors ir nevisiškai). Tačiau atskirų asmenų sprendimai apie paprastumą, nuoseklumą, tikėtinumą ir t. t. dažnai yra labai skirtingi. Tai, kas Einsteino požiūriu senojoje kvantinėje teorijoje buvo nepateisinamas nenuoseklumas, dėl kurio normalaus mokslo raida tapo neįmanoma, Bohras ir kiti laikė keblumu, kurį galima tikėtis pašalinti normaliomis priemonėmis. Tose situacijose, kuriose reikia remtis vertybėmis, dar svarbiau tai, kad skirtingos vertybės, imamos skyrium, dažnai lemia skirtingą pasirinkimą. Viena teorija gali būti tikslesnė, bet ne tokia nuosekli ar įtikinama kaip kita; kaip pavyzdį vėl galima nurodyti senąją kvantinę teoriją. Trumpai tariant, nors daugelis mokslininkų pripažįsta tas pačias vertybes ir nors mokslui giliai ir esmingai būdinga jų paisyti, vertybių taikymas kartais labai priklauso nuo atskiros asmenybės ir biografijos bruožų, kuriais grupės nariai skiriasi vienas nuo kito.

Daugeliui ankstesniųjų skyrių skaitytojų šis bendrų vertybių įtakos apibūdinimas atrodė esąs didelis mano pozicijos trūkumas. Kadangi aš teigiu, jog to, ką mokslininkai bendrai pripažįsta, savaime nepakanka užtikrinti visiškam sutarimui tokiais klausimais, kaip vienos iš konkuruojančių teorijų pasirinkimas arba paprastos anomalijos ir tokios, kuri sukelia krizę, skyrimas, netikėtai buvau apkaltintas subjektyvumo ir net

iracionalumo garbinimu[9]. Tačiau tokia reakcija ignoruoja dvi ypatybes, kurias atskleidžia vertybiniai sprendimai bet kurioje srityje. Pirma, bendros vertybės gali būti svarbūs grupės elgesio determinantai net ir tuo atveju, jeigu grupės nariai taiko jas nevienodai. (Kitaip negalėtų būti jokių *specialių* filosofinių problemų, susijusių su vertybių teorija ar estetika.) Ne visi žmonės tapė vienodai tais laikotarpiais, kai atvaizdavimas buvo svarbiausia vertybė, tačiau atsisakius šios vertybės vaizduojamųjų menų raidos modelis radikaliai pasikeitė[10]. Įsivaizduokite, kas ištiktų mokslus, jeigu nuoseklumas nebebūtų laikomas svarbiausia vertybe. Antra, individualus ir įvairuojantis bendrų vertybių taikymas gali atlikti funkcijas, turinčias mokslui esminę reikšmę. Klausimai, kuriems turi būti taikomos vertybės, visuomet kartu yra tie klausimai, kuriuos sprendžiant būtina rizikuoti. Dauguma anomalijų išsprendžiamos normaliomis priemonėmis, dauguma siūlomų naujų teorijų pasirodo esančios klaidingos. Jeigu visi bendruomenės nariai kiekvieną anomaliją traktuotų kaip krizės šaltinį arba priimtų kiekvieną kolegų pateiktą naują teoriją, mokslas nustotų egzistavęs. Kita vertus, jeigu niekas nereaguotų į anomalijas arba į naujo tipo teorijas labai rizikingais būdais, kiltų kur kas mažiau revoliucijų arba jų visai nebūtų. Tokiais atvejais kaip šie veikiau remdamasi bendromis vertybėmis, o ne bendromis taisyklėmis, reguliuojančiomis individualų pasirinkimą, bendruomenė gali paskirstyti riziką ir garantuoti ilgalaikę savo veiklos sėkmę.

[9] Ypač žr.: Dudley Shapere, „Meaning and Scientific Change", in *Mind and Cosmos: Essays in Contemporary Science and Philosophy*, The University of Pittsburgh Series in the Philosophy of Science, III (Pittsburgh, 1966), p. 41–85; Israel Scheffler, *Science and Subjectivity* (New York, 1967); taip pat žr. sero Karlo Popperio ir Imre's Lakatoso apybraižas (*Growth of Knowledge*).

[10] Žr. samprotavimus XIII skyriaus pradžioje.

Dabar aptarkime ketvirtąją disciplininės matricos elementų rūšį, paskutinę, apie kurią čia kalbėsiu, nors yra dar ir kitų. Jai terminas „paradigma" visiškai tiktų tiek filologiniu, tiek autobiografiniu požiūriu; kaip tik šis bendrų grupės nuostatų komponentas pirmiausia paskatino mane pasirinkti šį žodį. Tačiau kadangi šis terminas įgijo savarankišką gyvenimą, čia aš jį pakeisiu žodžiu „pavyzdžiai". Šiuo atveju pirmiausia turiu galvoje konkrečius uždavinių sprendimus, su kuriais mokydamiesi nuo pat pradžių susiduria studentai – laboratorijose, per egzaminus, be to, jie pateikiami vadovėlių skyrių pabaigoje. Tačiau šiuos visuotinai pripažintus pavyzdžius būtina papildyti bent jau kai kuriais techniniais problemų sprendimais, pateikiamais periodinėje literatūroje, su kuriais mokslininkai susiduria baigę mokslus savo tiriamajame darbe ir kurie jiems taip pat yra pavyzdys, kaip turi būti dirbamas jų darbas. Pavyzdžių sistemų skirtumai geriau nei kitos disciplininės matricos komponentų rūšys atskleidžia bendruomenei mokslo struktūros subtilybes. Pavyzdžiui, visi fizikai pradeda mokslus nuo tų pačių pavyzdžių: nuo tokių klausimų, kaip nuožulni plokštuma, kūginė svyruoklė ir Keplerio orbitos, nuo tokių instrumentų, kaip nonijus, kalorimetras ir Wheatstone'o tiltelis. Tačiau toliau mokantis simboliniai apibendrinimai, kuriais jie remiasi, vis dažniau iliustruojami skirtingais pavyzdžiais. Nors ir kietojo kūno fizikos, ir lauko teorijos specialistai remiasi Schrödingerio lygtimi, abiem grupėms yra bendri tik elementaresni jos taikymai.

3. Paradigmos kaip visuotinai pripažinti pavyzdžiai

Paradigma kaip visuotinai pripažintas pavyzdys yra svarbiausias to, ką aš dabar laikau originaliausiu ir mažiausiai suprastu šios knygos aspektu, elementas. Todėl pavyzdžiams būtina skirti daugiau dėmesio negu kitoms disciplininės mat-

ricos komponentų rūšims. Mokslo filosofai paprastai neaptaria uždavinių, su kuriais studentas susiduria laboratorijose arba vadovėliuose, nes jie laikomi susijusiais tik su praktiniu studento žinių taikymu. Sakoma, kad jis apskritai negali spręsti uždavinių pirma neišmokęs teorijos ir kai kurių jos taikymo taisyklių. Mokslines žinias įkūnija teorijos ir taisyklės; uždaviniai pateikiami tam, kad palengvintų jų taikymą. Tačiau aš mėginau įrodyti, kad toks mokslo pažintinio turinio apribojimas yra klaidingas. Išsprendęs daugybę uždavinių, studentas spręsdamas jų dar daugiau gali tik tobulinti savo įgūdžius. Tačiau iš pradžių ir dar kurį laiką uždavinių sprendimas yra gamtos dėsningumų pažinimas. Jei nebūtų tokių pavyzdžių, studento išmoktų dėsnių ir teorijų empirinis turinys būtų skurdus.

Kad parodyčiau, ką turiu galvoje, trumpai grįšiu prie simbolinių apibendrinimų. Vienas iš plačiai pripažintų pavyzdžių yra Newtono antrasis judėjimo dėsnis, paprastai išreiškiamas formule $f = ma$. Tarkime, sociologas arba lingvistas, įsitikinęs, kad tam tikros bendruomenės nariai neabejodami vartoja atitinkamą išraišką ir ją laiko teisinga, be daugelio papildomų tyrinėjimų nesupras didelės dalies to, ką reiškia ši išraiška arba jos terminai ir kaip bendruomenės mokslininkai sieja ją su gamta. Iš tiesų tai, kad jie neabejodami ją pripažįsta ir laiko išeities tašku atlikti loginėms ir matematinėms operacijoms, savaime anaiptol nereiškia, kad jie sutaria dėl tokių dalykų, kaip reikšmė ir taikymas. Žinoma, didele dalimi jie sutaria, arba tiesa netrukus paaiškėtų iš tolesnio jų pokalbio. Tačiau gali kilti klausimas, kuriuo momentu ir kokiomis priemonėmis jie pasiekė šį sutarimą. Kaip, susidūrę su tam tikra eksperimentine situacija, jie išmoko pasirinkti atitinkamas jėgas, mases ir pagreičius?

Praktiškai tai, ko turi išmokti studentai, yra dar sudėtingiau, nors į šį situacijos aspektą retai kreipiama dėmesio arba nekreipiama visai. Esmė ne ta, kad loginės ir matematinės operacijos tiesiogiai taikomos išraiškai $f = ma$. Išanalizavus

paaiškėja, kad ši išraiška yra dėsnio metmenys arba dėsnio schema. Kai studentas ar mokslininkas tyrinėtojas pereina nuo vienos probleminės situacijos prie kitos, simbolinis apibendrinimas, kuriam taikomos tokios operacijos, kinta. Laisvojo kritimo atveju $f = ma$ tampa $mg = m\frac{d^2s}{dt^2}$; paprastos svyruoklės atveju ši išraiška transformuojama į $mg \sin\theta = -ml\frac{d^2\theta}{dt^2}$; dviejų sąveikaujančių harmoninių osciliatorių atveju ji tampa dviem lygtimis, pirmąją iš jų galima užrašyti taip: $m_1\frac{d^2s_1}{dt^2} + k_1s_1 = k_2(s_2 - s_1 + d)$; o sudėtingesnėse situacijose, tokiose kaip giroskopo atvejis, ji įgyja dar kitokias formas, kurių giminiškumą formulei $f = ma$ dar sunkiau įžvelgti. Tačiau mokydamasis identifikuoti jėgas, mases ir pagreičius įvairiose fizikinėse situacijose, su kuriomis anksčiau nebuvo susidūręs, studentas taip pat išmoksta sukurti tinkamą formulės $f = ma$ variantą jiems susieti, dažnai variantą, su kurio tiksliu atitikmeniu jis anksčiau nebuvo susidūręs. Kaip jis išmoksta tai padaryti?

Į šį klausimą padeda atsakyti ir studentams, ir mokslo istorikams gerai žinomas reiškinys. Pirmieji paprastai sakosi perskaitę ištisai visą vadovėlio skyrių, puikiai jį supratę, bet vis dėlto jiems buvę sunku išspręsti daugelį uždavinių, pateiktų skyriaus gale. Dažniausiai šie sunkumai pašalinami tuo pačiu būdu. Studentas su dėstytojo pagalba arba savarankiškai suranda būdą įžvelgti uždavinio *panašumą* į tuos, su kuriais jis jau buvo susidūręs. Įžvelgęs dviejų ar daugiau skirtingų uždavinių panašumą, suvokęs jų analogiškumą, jis gali susieti simbolius tarpusavyje ir su gamta tokiais būdais, kurie anksčiau pasirodė esą efektyvūs. Dėsnio schema, tarkime, $f = ma$, funkcionuoja kaip priemonė, informuojanti studentą, kokių panašumų reikia ieškoti, nurodanti geštaltą, per kurio prizmę reikia žvelgti į situaciją. Susiformavęs gebėjimas įžvelgti įvairių situacijų panašumą, jų ryšį su $f = ma$ ar kokiu nors kitu

simboliniu apibendrinimu yra, mano manymu, svarbiausias dalykas, kurį studentas įgyja spręsdamas pavyzdinius uždavinius – arba pieštuku popieriaus lape, arba gerai įrengtoje laboratorijoje. Išsprendęs tam tikrą jų skaičių, kuris gali labai įvairuoti priklausomai nuo individualių sugebėjimų, jis žvelgia į situacijas, su kuriomis susiduria, kaip mokslininkas, per tą pačią prizmę kaip ir kiti tos specialybės atstovai. Jam tai jau nėra tos pačios situacijos, su kuriomis jis susidūrė pradėjęs mokytis. Jis perėmė laiko patikrintą ir grupės sankcionuotą matymo būdą.

Išsiugdyto gebėjimo įžvelgti panašumo santykius vaidmenį aiškiai atskleidžia ir mokslo istorija. Mokslininkai sprendžia galvosūkius modeliuodami juos pagal ankstesnius galvosūkių sprendimus, dažnai tik minimaliai remdamiesi simboliniais apibendrinimais. Galilei nustatė, jog rutulys, riedantis nuožulnia plokštuma žemyn, įgyja kaip tik tokį greitį, kurio pakanka, kad jis pakiltų į tą patį vertikalų aukštį kita bet kokio nuolydžio nuožulnia plokštuma, ir išmoko įžvelgti šios eksperimentinės situacijos panašumą į svyruoklę, kurios svarelis yra materialusis taškas. Vėliau Huyghensas išsprendė fizinės svyruoklės svyravimų centro problemą įsivaizdavęs, kad jos tįsų kūną sudaro Galilei'aus taškinės svyruoklės, kurių jungtys gali būti akimirksniu nutrauktos bet kuriuo svyravimo momentu. Nutraukus jungtis atskiros taškinės svyruoklės svyruos laisvai, tačiau jų bendras svorio centras kiekvienai iš jų pasiekus savo aukščiausiąjį tašką pakils, kaip ir Galilei'aus svyruoklės atveju, tik į tokį aukštį, iš kurio tįsios svyruoklės svorio centras pradėjo kristi. Pagaliau Danielius Bernoulli atrado, kaip iš angos ištekančią vandens srovę padaryti panašią į Huyghenso svyruoklę. Tam reikia nustatyti vandens svorio centro nusileidimą inde ir čiurkšlėje per be galo mažą laiko intervalą. Paskui įsivaizduoti, kad kiekviena vandens dalelė juda atskirai aukštyn iki maksimalaus aukščio, kurį gali pasiekti šiame intervale įgytu greičiu. Atskirų dalelių svorio centro pakilimas tokiu atveju turi būti

lygus vandens svorio centro nusileidimui inde ir čiurkšlėje. Taip pažvelgus į problemą, iškart buvo nustatytas ilgai ieškotas ištekančio skysčio greitis[11].

Šis pavyzdys turėtų paaiškinti, ką aš turiu galvoje sakydamas, kad sprendžiant problemas išmokstama matyti situacijas kaip panašias viena į kitą, kaip objektus, kuriems taikomi tie patys mokslo dėsniai ar dėsnių schemos. Kartu jis turėtų parodyti, kodėl aš kalbu apie loginį gamtos pažinimą, kuris įgyjamas mokantis įžvelgti panašumo santykį ir kurį paskui įkūnija fizikinių situacijų matymo būdas, o ne taisyklės ar dėsniai. Pavyzdyje pateiktos trys problemos – visos jos buvo pavyzdinės XVIII a. mechanikams – atskleidžia tik vieną gamtos dėsnį. Šis dėsnis, žinomas kaip *vis viva* principas, paprastai buvo formuluojamas taip: „Faktinis nusileidimas lygus potencialiam pakilimui". Tai, kaip šį dėsnį taikė Bernoulli, turėjo parodyti, koks jis buvo logiškas. Tačiau šio dėsnio žodinė formuluotė pati savaime iš esmės nieko neduoda. Pateikite ją šiuolaikiniam studentui fizikui, kuris žino terminus ir gali išspręsti visus šiuos uždavinius, tačiau dabar naudojasi kitokiomis priemonėmis. Tada pamėginkite įsivaizduoti, ką šie žodžiai, nors visi jie gerai žinomi, gali pasakyti žmogui, kuris netgi nežino problemų. Jam apibendrinimas gali pradėti funkcionuoti tik tuomet, kai jis išmoks suvokti „faktinius nusileidimus" ir „potencialius pakilimus" kaip gamtos veiksnius, taigi sužinos kai ką apie situacijas,

[11] Pavyzdžiui, žr.: René Dugas, *A History of Mechanics*, trans. J. R. Maddox (Neuchatel, 1955), p. 135–136, 186–193; Daniel Bernoulli, *Hydrodynamica, sive de viribus et motibus fluidorum, commentarii opus academicum* (Strasbourg, 1738), sec. III. Apie mechanikos pažangą XVIII a. pirmojoje pusėje, kuri buvo pasiekta modeliuojant vienos problemos sprendimą pagal kitos, žr.: Clifford Truesdell, „Reactions of Late Baroque Mechanics to Success, Conjecture, Error, and Failure in Newton's *Principia*", *Texas Quarterly*, X (1967), p. 238–258.

kurios gamtoje egzistuoja arba neegzistuoja, anksčiau nei dėsnį. Tokio pobūdžio žinojimas neįgyjamas vien žodinėmis priemonėmis. Veikiau jis randasi, kai žodžiai pateikiami kartu su konkrečiais pavyzdžiais, kaip jie praktiškai funkcionuoja; gamta ir žodžiai pažįstami kartu. Dar kartą pakartosime taiklią Michaelo Polanyi frazę, kad šio proceso rezultatas yra „nebylus žinojimas", kuris įgyjamas veikiau praktiškai atliekant mokslinius tyrimus negu mokantis juos reguliuojančių taisyklių.

4. Nebylus žinojimas ir intuicija

Tai, kad aš remiuosi nebyliu žinojimu, ir su tuo susijęs taisyklių atmetimas išryškina kitą problemą, kuri nedavė ramybės daugeliui mano kritikų ir, atrodo, davė pagrindą kaltinimams subjektyvumu ir iracionalumu. Kai kuriems skaitytojams pasirodė, kad aš mėginu mokslo pagrindu padaryti individualias intuicijas, kurių neįmanoma analizuoti, o ne logiką ir dėsnius. Tačiau tokia interpretacija yra klaidinga dviem esminiais aspektais. Pirma, jeigu aš ir kalbu apie intuicijas, tai ne apie individualias. Veikiau jos yra patikrinta ir bendra sėkmingai dirbančios grupės narių savastis, o naujokas jas perima mokydamasis kaip pasirengimo narystei grupėje sudedamąją dalį. Antra, iš esmės jų nėra neįmanoma analizuoti. Priešingai, šiuo metu aš dirbu prie programos elektroninei skaičiavimo mašinai, kuri skirta tirti jų savybėms elementariajame lygmenyje.

Apie šią programą čia nekalbėsiu[12], tačiau jau pats jos paminėjimas turėtų atskleisti mano požiūrio esmę. Kalbėdamas apie visuotinai pripažintuose pavyzdžiuose įkūnytą pažinimą, aš turiu galvoje ne mažiau sistemišką ar sunkiau anali-

[12] Šiek tiek informacijos apie tai galima rasti: „Second Thoughts".

zuojamą žinojimo rūšį negu pažinimas, kurį įkūnija taisyklės, dėsniai arba identifikavimo kriterijai. Turiu galvoje pažinimo būdą, kuris neteisingai interpretuojamas, jeigu rekonstruojamas remiantis taisyklėmis, kurios iš pradžių išvedamos iš pavyzdžių, o paskui funkcionuoja vietoj jų. Arba, kitaip tariant, kalbėdamas apie tai, kad analizuojant pavyzdžius įgyjamas sugebėjimas suvokti tam tikrą situaciją kaip panašią į vienas ir skirtingą nuo kitų, pasitaikiusių anksčiau, aš neturiu galvoje proceso, kurio nebūtų įmanoma visiškai paaiškinti remiantis neurocerebriniu mechanizmu. Aš tik teigiu, kad toks paaiškinimas iš esmės neatsakys į klausimą „Kokiu atžvilgiu panaši?" Šis klausimas reikalauja taisyklės, šiuo atveju – kriterijų, pagal kuriuos tam tikros situacijos grupuojamos į panašių situacijų sistemas, ir aš teigiu, kad šiuo atveju nederėtų pasiduoti pagundai ieškoti kriterijų (ar bent jų viseto). Tačiau aš pasisakau ne prieš sistemą, bet prieš tam tikrą sistemos rūšį.

Kad pagrįsčiau šį savo požiūrį, turiu trumpai nukrypti į šalį. Tai, ką pasakysiu, dabar man atrodo akivaizdu, tačiau tokių frazių, kaip „pasaulis keičiasi", nuolatinis kartojimas pradiniame tekste rodo, kad taip buvo ne visuomet. Jeigu du žmonės stovi toje pačioje vietoje ir įdėmiai žiūri ta pačia kryptimi, mes, kad išvengtume solipsizmo pavojaus, turime padaryti išvadą, kad juos veikia labai panašūs stimulai. (Jeigu abu galėtų nukreipti akis į tą pačią vietą, stimulai būtų identiški.) Tačiau žmonės nemato stimulų; mūsų žinios apie juos yra grynai teorinės ir abstrakčios. Vietoj to jie patiria pojūčius, ir niekas neverčia mūsų manyti, kad abiejų žiūrovų pojūčiai yra tokie patys. (Skeptikai galėtų prisiminti, kad apie spalvų neskyrimą niekur nekalbama iki pat 1794 metų, kai Johnas Daltonas aprašė šį sutrikimą.) Priešingai, tarp stimulo poveikio ir pojūčio įsisąmoninimo įvyksta daug nervinių procesų. Apie tai mes tikrai žinome labai nedaug: kad labai skirtingi stimulai gali sukelti tuos pačius pojūčius, kad tas pats stimulas gali sukelti labai skirtingus pojūčius ir paga-

liau kad kelią nuo stimulo prie pojūčio iš dalies lemia auklėjimas. Žmonės, užaugę skirtingose visuomenėse, kai kuriais atvejais elgiasi taip, tarsi matytų skirtingus dalykus. Jeigu nejaustume pagundos kiekvieną stimulą identifikuoti su atitinkamu pojūčiu, galėtume pripažinti, kad iš tiesų taip yra.

Dabar atkreipsime dėmesį į tai, kad dvi grupės, kurių nariai, paveikti tų pačių stimulų, sistemingai patiria skirtingus pojūčius, iš tiesų *tam tikra prasme* gyvena skirtinguose pasauliuose. Mes teigiame egzistuojant stimulus, kad paaiškintume savąsias pasaulio percepcijas, ir teigiame jų nekintamumą, kad išvengtume tiek individualaus, tiek socialinio solipsizmo. Nė vienam iš šių postulatų aš neturiu nė menkiausios išlygos. Tačiau mūsų pasaulį sudaro pirmiausia ne stimulai, bet mūsų pojūčių objektai, ir jie nebūtinai visų individų ar grupių turi būti tokie patys. Be abejo, kiek individai priklauso tai pačiai grupei ir dėl to jų auklėjimas, kalba, patyrimas ir kultūra yra ta pati, turime pagrindą tarti, kad jų pojūčiai yra tokie patys. Kaip kitaip galėtume paaiškinti jų visišką komunikaciją ir visiems jiems bendrą elgesį reaguojant į aplinką? Jie turi iš esmės vienodai matyti dalykus ir apdoroti stimulus. Bet ten, kur prasideda grupių diferenciacija ir specializacija, neturime tokio akivaizdaus pojūčių nekintamumo patvirtinimo. Manau, jog tiesiog požiūrio ribotumas verčia mus tarti, kad visų grupių narių kelias nuo stimulo prie pojūčio yra toks pat.

Dabar grįžkime prie pavyzdžių ir taisyklių. Preliminariai aš norėjau pasakyti štai ką. Viena iš pagrindinių priemonių, padedančių grupės, ar tai būtų ištisa kultūra, ar į ją įeinanti specialistų bendruomenė, nariams išmokti matyti tuos pačius dalykus susidūrus su tais pačiais stimulais, yra situacijų, kurias jų pirmtakai grupėje jau išmoko matyti kaip panašias viena į kitą ir skirtingas nuo kitokio tipo situacijų, pavyzdžių pateikimas. Šios panašios situacijos gali būti nuoseklūs juslinių potyriai, susiję su tuo pačiu asmeniu, tarkime, su motina, kuri galiausiai atpažįstama pamačius – kas ji tokia ir kaip skirtinga nuo tėvo ar sesers. Jos gali būti potyriai, susiję su gamti-

nių šeimų nariais – tarkime, su gulbėmis ir, kita vertus, žąsimis. Arba labiau specializuotų grupių nariams jos gali būti Newtono situacijos, t. y. situacijų, panašių tuo, kad joms galioja vienoks ar kitoks simbolinės formulės $f = ma$ variantas, ir skirtingų nuo tų situacijų, kurioms taikomos, pavyzdžiui, optikos dėsnių schemos, pavyzdžiai.

Dabar tarkime, kad iš tiesų vyksta kažkas panašaus. Ar turėtume sakyti, kad remiantis pavyzdžiais įgyjamos taisyklės ir gebėjimas jas taikyti? Toks apibūdinimas yra patrauklus, kadangi situacijos matymas kaip panašios į tas, su kuriomis mes susidūrėme anksčiau, turi būti nervinių procesų, visiškai paklūstančių fizikos ir chemijos dėsniams, rezultatas. Šia prasme kai tik mes išmokstame tai daryti, panašumo įžvelgimas turi būti toks pat visiškai sistemingas, kaip ir mūsų širdžių plakimas. Tačiau pati ši paralelė perša mintį, kad atpažinimas gali būti ir nevalingas, toks procesas, kurio mes nekontroliuojame. Jeigu taip yra, tuomet mes negalime būti tikri, kad valdome šį procesą taikydami taisykles ir kriterijus. Tokių terminų vartojimas kalbant apie jį reiškia, kad mes turime alternatyvų, kad galime, pavyzdžiui, nepaklusti taisyklei arba klaidingai taikyti kriterijų, arba eksperimentuoti ir mėginti pritaikyti kitokį matymo būdą[13]. Mano manymu, kaip tik šito mes negalime daryti.

Arba, tiksliau, mes negalime to daryti, kol nepatyrėme pojūčio, ko nors nesuvokėme. Po to mes dažnai ieškome kriterijų ir juos taikome. Po to mes galime imtis interpretacijos, sąmoningo proceso, per kurį pasirenkame vieną ar kitą alternatyvą, ko nedarome paties juslinio suvokimo procese. Gali-

[13] To niekada neprireiktų daryti, jeigu visi dėsniai būtų panašūs į Newtono, o visos taisyklės – į Dešimt Dievo įsakymų. Tokiu atveju pasakymas „dėsnio pažeidimas" neturėtų prasmės, o taisyklių atmetimas neatrodytų susijęs su dėsnio nevaldomu procesu. Deja, kelių eismo taisyklės ir panašūs įstatymų leidybos produktai gali būti pažeisti, ir tai lengvai sukelia sumaištį.

mas daiktas, pavyždžiui, mes pamatėme ką nors neįprasta (prisiminkite netaisyklingas lošimo kortas). Pasukę už kampo, matome motiną, įeinančią į parduotuvę miesto centre tuo metu, kai manėme ją esant namie. Mąstydami apie tai, ką pamatėme, staiga sušunkame: „Tai buvo ne mama, juk jos plaukai rusvi!" Įėję į parduotuvę vėl pamatome tą moterį ir negalime suprasti, kaip galėjome palaikyti ją mama. Arba galbūt matome vandens paukščio, lesančio nuo seklaus tvenkinio dugno, uodegos plunksnas. Ar tai gulbė, ar žąsis? Mes mąstome apie tai, ką matėme, mintimis lygindami uodegos plunksnas su anksčiau matytomis gulbių ir žąsų uodegos plunksnomis. Arba galbūt esame mokslo pradininkai ir tiesiog norime sužinoti gamtinės šeimos narių, kuriuos jau lengvai atpažįstame, kai kuriuos bendrus požymius (pavyzdžiui, kad gulbės yra baltos). Šiuo atveju mes taip pat apmąstome tai, ką anksčiau suvokėme, ieškodami to, kas bendra tam tikros šeimos nariams.

Visi šie procesai susiję su svarstymu, jų metu mes ieškome kriterijų ir taisyklių ir išskleidžiame jas. T. y. mes stengiamės interpretuoti jau esamus pojūčius, analizuoti tai, kas mums yra žinoma. Kad ir kaip tai darytume, vykstantys procesai galiausiai turi būti nerviniai, todėl juos valdo tie patys *fizikos ir chemijos* dėsniai, kurie, viena vertus, valdo suvokimą, o kita vertus – mūsų širdžių plakimą. Tačiau tas faktas, kad sistema visais trimis atvejais paklūsta tiems patiems dėsniams, neduoda pagrindo manyti, jog mūsų nervinis aparatas taip užprogramuotas, kad interpretacijos atveju veiktų taip pat kaip suvokimo atveju arba abiem atvejais taip pat kaip reguliuodamas mūsų širdžių plakimą. Šioje knygoje aš pasisakiau prieš mėginimus (po Descartes'o, bet ne anksčiau, tapusius tradiciniais) analizuoti suvokimą kaip interpretavimo procesą, kaip nesąmoningą to, ką mes darome po suvokimo akto, variantą.

Be abejo, į suvokimo vientisumą verta atkreipti dėmesį dėl to, kad tiek daug praeities patyrimo įkūnyta nerviniame aparate, kuris stimulus transformuoja į pojūčius. Tinkamai užprogramuotas suvokimo mechanizmas yra svarbus išgyveni-

mui. Kai sakoma, kad skirtingų grupių nariai patyrę tuos pačius stimulus gali susidaryti skirtingus suvokinius, tai nereiškia, kad jie apskritai gali susidaryti bet kokius suvokinius. Daugelyje aplinkų grupė, negalinti atskirti vilkų nuo šunų, neišliktų. Ir branduolinės fizikos specialistų grupė šiandien neišgyventų kaip mokslininkai, jeigu nesugebėtų atpažinti alfa dalelių ir elektronų pėdsakų. Kaip tik dėl to, kad išliks tiek nedaug matymo būdų, tuos, kurie išlaikė patikrinimą grupės naudojami, verta perduoti iš kartos į kartą. Lygiai taip pat dėl to, kad jie buvo atrinkti kaip sėkmingai taikyti tam tikru istoriniu periodu, mes turime kalbėti apie patyrimą ir gamtos pažinimą, kurį įkūnija kelias nuo stimulo prie pojūčio.

Galbūt „pažinimas" nėra tinkamas žodis, tačiau yra motyvų jį vartoti. Tam, kas įdiegta į nervinį procesą, transformuojantį stimulus į pojūčius, būdingi tokie ypatumai: tai perduodama mokymo procese; atlikus bandymus įsitikinta, kad tai pasižymi didesniu efektyvumu negu konkuruojantys variantai, vyravę grupės istorinės raidos procese; pagaliau, tai keičiasi tiek tolesnio mokymo procese, tiek išryškėjus aplinkos neatitikimams. Tai yra pažinimo ypatumai, ir jie paaiškina, kodėl aš vartoju šį terminą. Tačiau tokia vartosena yra keista, nes stinga dar vieno ypatumo. Mes negalime tiesiogiai prieiti prie to, ką žinome, neturime taisyklių ar apibendrinimų išreikšti šiam pažinimui. Taisyklės, kurios galėtų padėti mums tai padaryti, būtų susijusios su stimulais, bet ne su pojūčiais, o stimulus mes galime pažinti tik pasitelkę išplėtotą teoriją. Jeigu jos nėra, pažinimas, kurį įkūnija kelias nuo stimulo prie pojūčio, lieka neišreikštas.

Nors šie samprotavimai aiškiai yra preliminarūs ir nebūtinai turi būti teisingi visų detalių požiūriu, tai, kas ką tik buvo pasakyta apie pojūčius, reikia suprasti paraidžiui. Mažų mažiausiai tai yra hipotezė apie matymą, kurią reikėtų ištirti eksperimentiškai, tačiau, matyt, netiesiogiai. Bet toks kalbėjimas apie matymą ir pojūčius čia, kaip ir pačioje knygoje, yra metaforiškas. Mes *matome* ne elektronus, bet veikiau jų pėdsakus,

arba garų burbuliukus Wilsono kameroje. Mes *matome* visai ne elektros srovę, bet veikiau ampermetro ar galvanometro rodyklę. Tačiau ankstesniuose puslapiuose, ypač dešimtajame skyriuje, aš ne kartą elgiausi taip, tarsi mes iš tiesų jusliškai suvokiame teorinius esinius, tokius kaip srovės, elektronai ir laukai, tarsi išmokome tai daryti analizuodami pavyzdžius ir tarsi šiais atvejais taip pat būtų klaidinga kalbėti apie kriterijus ir interpretaciją, užuot kalbėjus apie matymą. Vargu ar metafora, perkelianti „matymą" į tokius kontekstus kaip šie, yra pakankamas pagrindas tokioms pretenzijoms. Galų gale jos reikės atsisakyti tikslesnio samprotavimo būdo labui.

Elektroninės skaičiavimo mašinos programa, apie kurią kalbėjau anksčiau, jau nurodo būdus, kuriais tai galima padaryti, tačiau čia eliminuoti metaforai nėra vietos, be to, ir dabartinis mano supratimo lygis tam yra nepakankamas[14]. Vietoj to aš pamėginsiu šiek tiek ją sustiprinti. Žmogui, nieko

[14] Apybraižos „Dar kelios mintys apie paradigmas" („Second Thoughts") skaitytojams gali praversti šios trikdančios pastabos. Galimybė iškart atpažinti gamtinių šeimų narius priklauso nuo tuščios percepcinės erdvės tarp šeimų, kurios turi būti atskirtos, egzistavimo po nervinių procesų. Jeigu, pavyzdžiui, vandens paukščiai būtų suvokiami ištisai nuo gulbių iki žąsų, mes būtume priversti įvesti specifinį kriterijų, kad galėtume jas atskirti. Tą patį galima pasakyti ir apie nematomus esinius. Jeigu fizikos teorija nepripažįsta egzistuojant nieko kito, panašaus į elektros srovę, tada srovėms identifikuoti pakaks nedidelio skaičiaus kriterijų (kurie atskirais atvejais gali gerokai įvairuoti), net jeigu nėra taisyklių sistemos, nustatančios būtinas ir pakankamas identifikavimo sąlygas. Toks požiūris skatina padaryti tikėtiną išvadą, kuri gali būti labai svarbi. Jeigu duota teoriniam esiniui identifikuoti būtinų ir pakankamų sąlygų sistema, šis esinys pakeitimo būdu gali būti eliminuotas iš teorijos ontologijos. Tačiau jeigu tokių taisyklių nėra, šių esinių eliminuoti negalima; vadinasi, teorija reikalauja, kad jie egzistuotų.

nežinančiam apie Wilsono kameras ar ampermetrus, vandens lašelių ar rodyklės ties tam tikra skalės padala matymas yra primityvus suvokimo patyrimas. Vadinasi, jį reikia apmąstyti, analizuoti ir interpretuoti (o kartais reikia pasitelkti ir autoritetą iš šalies), kad būtų galima padaryti išvadas apie elektronus ar sroves. Tačiau žmogaus, kuris susipažinęs su šiais instrumentais ir turi didelį pavyzdžiais paremtą patyrimą šioje srityje, pozicija yra visiškai kitokia, ir šių instrumentų teikiamus stimulus jis atitinkamai interpretuos kitaip. Kai šaltą žiemos popietę kvėpuojant jam iš burnos eina garas, jo pojūčiai gali būti tokie patys kaip ir nespecialisto, tačiau žiūrėdamas į Wilsono kamerą jis mato (šiuo atveju tiesiogine prasme) ne lašelius, bet elektronų, alfa dalelių ir t. t. pėdsakus. Šie pėdsakai yra, jei norite, kriterijai, kuriuos jis interpretuoja kaip rodiklius, kad egzistuoja atitinkamos dalelės, tačiau šis kelias yra ir trumpesnis, ir kitoks nei tas, kuriuo eina žmogus, interpretuojantis lašelius.

Arba imkime mokslininką, stebintį ampermetrą ir nustatantį, prie kokio skaičiaus sustojo rodyklė. Jo pojūtis tikriausiai yra toks pat kaip ir nespecialisto, ypač jeigu pastarasis anksčiau turėjo reikalą su kitokiais matavimo prietaisais. Tačiau jis mato prietaisą (dažnai taip pat tiesiogine prasme) visos grandinės kontekste ir žino kai ką apie jo vidinę sandarą. Jam rodyklės padėtis yra kriterijus, bet tik srovės *įvertinimo*. Kad galėtų ją interpretuoti, jis turi tik nustatyti matavimo prietaiso padalos vertę. Kita vertus, nespecialistui rodyklės padėtis yra tik pačios jos padėties kriterijus. Kad galėtų ją interpretuoti, jis turi išanalizuoti visą laidų, vidinių ir išorinių, schemą, eksperimentuoti su baterijomis ir magnetais ir t. t. Tuo atveju, kai terminas „matymas“ vartojamas perkeltine prasme, kaip ir tada, kai jis vartojamas tiesiogine prasme, interpretacija prasideda ten, kur baigiasi suvokimas. Abu šie procesai nėra tapatūs, ir tai, ką suvokimas palieka užbaigti interpretacijai, iš esmės priklauso nuo ankstesnio patyrimo ir lavinimosi pobūdžio bei apimties.

5. Pavyzdžiai, nebendramatiškumas ir revoliucijos

Tai, kas pasakyta, suteikia pagrindą paaiškinti dar vieną knygos aspektą: mano pastabas apie nebendramatiškumą ir jo pasekmes mokslininkams, svarstantiems kurios nors iš viena kitą keičiančių teorijų pasirinkimą[15]. Dešimtajame ir dvyliktajame skyriuose aš įrodinėjau, kad tokiuose debatuose dalyvaujančios šalys neišvengiamai skirtingai mato kai kurias eksperimentines ar stebimas situacijas, kuriomis kiekviena iš jų remiasi. Tačiau kadangi žodynai, kuriuos jos vartoja aptardamos tokias situacijas, susideda daugiausia iš tų pačių terminų, kai kuriuos iš šių terminų jos turi skirtingai sieti su gamta, taigi jų komunikacija neišvengiamai yra tik dalinė. Dėl to tokiuose debatuose negalima įrodyti vienos teorijos pranašumo prieš kitą. Aš pabrėžiau, kad, užuot tai dariusios, šalys turi stengtis įtikinti viena kitą ir patraukti į savo pusę. Tik filosofai smarkiai iškraipė šios mano argumentacijos dalies tikslą. Daugelis iš jų aiškino[16], jog aš esu įsitikinęs, kad nebendramačių teorijų šalininkai apskritai negali komunikuoti vienas su kitu, dėl to svarstant teorijos pasirinkimo klausimą negalima remtis tvirtais pagrindais; priešingai, teorija turi būti pasirenkama vadovaujantis motyvais, kurie galiausiai yra asmeniniai ir subjektyvūs; faktinį sprendimą lemia tam tikra mistinė apercepcija. Tos knygos vietos, kuriomis remiasi šie klaidingi aiškinimai, labiau nei kitos davė dingstį kaltinimams iracionalumu.

Pirmiausia aptarkime mano pastabas dėl įrodymo. Aš stengiausi išdėstyti paprastą mintį, seniai žinomą mokslo filosofijoje. Debatai dėl teorijos pasirinkimo negali įgyti for-

[15] Detalesnę šių klausimų analizę žr.: „Reflections", Secs. V, VI.

[16] Žr. darbus, nurodytus 9-oje išnašoje, ir Stepheno Toulmino apybraižą (*Growth of Knowledge*).

mos, kuri būtų visiškai identiška loginiam ar matematiniam įrodymui. Pastarojo atveju prielaidos ir išvados gavimo taisyklės yra nustatytos iš pat pradžių. Jeigu nesutariama dėl išvadų, tolesniuose debatuose dalyvaujančios šalys gali vieną po kito pakartoti savo žingsnius ir patikrinti, ar kiekvienas iš jų atitinka ankstesnę sąlygą. Šio proceso pabaigoje viena ar kita šalis turi pripažinti padariusi klaidą, pažeidusi nustatytą taisyklę. Tai pripažinusi, šalis nebegali tęsti ginčo, ir oponento įrodymas tampa įtikinamas. Tik tada, kai abi šalys įsitikina, kad jos skirtingai supranta nustatytų taisyklių reikšmę ar taikymą, kad jų ankstesnis sutarimas nesuteikia įrodymui pakankamo pagrindo, debatai tęsiasi tokia forma, kurią jie neišvengiamai įgyja mokslo revoliucijų laikotarpiais. Tai yra debatai dėl prielaidų, ir jie remiasi įtikinėjimu kaip įrodymo galimybės preliudija.

Ši palyginti žinoma tezė anaiptol nereiškia, kad nėra tvirtų pagrindų būti įtikintam ar kad tie pagrindai galiausiai neturi grupei lemiamos reikšmės. Ji netgi nereiškia, kad pasirinkimą lemiantys pagrindai skiriasi nuo tų, kuriuos paprastai išvardija mokslo filosofai: tikslumas, paprastumas, vaisingumas ir pan. Tačiau ji turėtų reikšti, kad tokie pagrindai funkcionuoja kaip vertybės ir kad, vadinasi, jie gali būti skirtingai taikomi (individualiai ir kolektyviai) žmonių, kurie sutartinai juos pripažįsta. Jeigu du žmonės nesutaria, pavyzdžiui, dėl santykinio jų teorijų vaisingumo arba sutaria dėl šito, bet nesutaria dėl santykinės vaisingumo svarbos ir, tarkime, pasirinkimo galimybių, nė vieno iš jų negalima apkaltinti klystant. Taip pat negalima teigti, kad kurio nors iš jų požiūris yra nemokslinis. Nėra jokio neutralaus teorijos pasirinkimo algoritmo, jokios sistemiškos sprendimo procedūros, kurią teisingai taikydamas kiekvienas grupės individas prieitų tą patį sprendimą. Šia prasme efektyvų sprendimą priima veikiau specialistų bendruomenė, o ne atskiri jos nariai. Norint suprasti, kodėl mokslas vystosi būtent taip, o ne kitaip, nėra reikalo narplioti biografijos ir asmenybės bruožų detales, kurios lemia konkre-

tų kiekvieno individo pasirinkimą, nors ši tema yra labai patraukli. Būtina suprasti, kokiu būdu specifinė bendrų vertybių sistema sąveikauja su specifiniais bendrais specialistų bendruomenės patyrimais, kad garantuotų, jog dauguma grupės narių galiausiai laikys įtikinama vieną argumentų sistemą, o ne kitą.

Šis procesas yra įtikinėjimas, tačiau čia slypi ir gilesnė problema. Du žmonės, kurie skirtingai suvokia tą pačią situaciją, tačiau kalbėdami apie ją vartoja tą patį žodyną, matyt, skirtingai vartoja žodžius. Tai yra jie kalba vadovaudamiesi tuo, ką aš pavadinau nebendramačiais požiūriais. Kaip jie gali tikėtis susikalbėti, o juo labiau vienas kitą įtikinti? Net ir preliminarus atsakymas į šį klausimą reikalauja labiau sukonkretinti iškilusio keblumo prigimtį. Aš manau, kad bent jau iš dalies jis yra tokio pobūdžio.

Normalaus mokslo tyrinėjimai priklauso nuo analizuojant pavyzdžius įgyto gebėjimo grupuoti objektus ir situacijas pagal panašumą į grupes, kurios yra primityvios ta prasme, kad grupuojama neatsakius į klausimą „Kokiu atžvilgiu panašūs?" Be to, vienas labai svarbus kiekvienos revoliucijos aspektas yra tai, kad kai kurie panašumo santykiai keičiasi. Objektai, kurie anksčiau buvo priskirti tai pačiai grupei, po revoliucijos priskiriami skirtingoms grupėms ir atvirkščiai. Prisiminkite Saulę, Mėnulį, Marsą ir Žemę prieš Koperniką ir po jo; laisvąjį kritimą, švyruoklę ir planetų judėjimą prieš Galilei ir po jo; arba druskas, lydinius, sieros ir geležies pjuvenų mišinį prieš Daltoną ir po jo. Kadangi dauguma objektų netgi pakitusiose grupėse ir toliau grupuojami kartu, grupių pavadinimai paprastai išlieka. Vis dėlto pogrupio perkėlimas paprastai yra jų tarpusavio santykių sistemos kritinių pokyčių dalis. Metalų perkėlimas iš junginių grupės į elementų grupę turėjo esminę reikšmę naujos degimo, rūgštingumo, fizinio ir cheminio jungimosi teorijos atsiradimui. Netrukus šie pokyčiai pasireiškė visoje chemijoje. Todėl nenuostabu, kad įvykus tokiam persiskirstymui

du žmonės, kurie anksčiau kalbėdamiesi visiškai suprasdavo vienas kitą, staiga gali pamatyti, jog reaguodami į tuos pačius stimulus jie pateikia nesuderinamus apibūdinimus ir apibendrinimus. Tokie keblumai pasireikš ne visose net jų mokslinio diskurso srityse, tačiau jie kils ir po to intensyviausiai susitelks prie tų reiškinių, nuo kurių labiausiai priklauso teorijos pasirinkimas.

Nors tokios problemos pirmiausia išryškėja komunikuojant, jos nėra grynai lingvistinės ir negali būti išspręstos tiesiog patikslinant problemiškų terminų apibrėžimus. Kadangi žodžiai, dėl kurių kyla keblumų, buvo išmokti iš dalies tiesiogiai juos taikant pavyzdžiams, sutrikusios komunikacijos dalyviai negali pasakyti: „Aš vartoju žodį „elementas" (arba „mišinys", arba „planeta", arba „laisvas judėjimas") tokiomis reikšmėmis, kurias nustato tokie kriterijai". T. y. jie negali pasitelkti neutralią kalbą, kurią abu vartoja vienodai ir kuri atitinka jų abiejų teorijų formulavimą ar netgi abiejų šių teorijų empirinius padarinius. Šie skirtumai iš dalies egzistuoja dar iki kalbų, kuriose jie vis dėlto atsispindi, taikymo.

Tačiau žmonės, patiriantys tokius komunikacijos sutrikimus, turi turėti kokią nors išeitį. Juos veikiantys stimulai yra vienodi. Toks pat yra jų bendras nervinis aparatas, nors ir užprogramuotas skirtingai. Be to, išskyrus nedidelę, nors labai svarbią patyrimo sritį, net ir jų nervų sistema turi būti užprogramuota beveik vienodai, nes jie turi bendrą istoriją, išskyrus artimiausią praeitį. Dėl to jų kasdienis pasaulis, didžioji dalis jų mokslinio pasaulio ir kalba yra bendra. Turėdami tiek daug bendra, jie turėtų sugebėti išsiaiškinti daug ką apie tai, kuo jie skiriasi. Tačiau tam reikalingi metodai nėra nei paprasti, nei patogūs, nei mokslininko normalaus arsenalo dalis. Mokslininkai retai suvokia jų tikrąją esmę ir retai naudoja juos ilgiau nei būtina patraukti kitam į savo pusę arba įsitikinti, kad tai nebus pasiekta.

Trumpai tariant, viskas, ką gali padaryti sutrikusios komunikacijos dalyviai, – tai pripažinti vienas kitą skirtingų

kalbinių bendruomenių nariais ir tapti vertėjais[17]. Savo pačių diskurso grupės viduje ir diskurso tarp grupių skirtumus laikydami analizės objektu, jie pirmiausia gali pamėginti nustatyti terminus ir posakius, kurie nesudaro jokių problemų vartojami kiekvienoje bendruomenėje, tačiau grupių tarpusavio diskusijose tampa keblumų šaltiniu. (Tokių keblumų nesudarantys posakiai gali būti išversti homofoniškai.) Išskyrę tokias problemiškas mokslinės komunikacijos sritis, stengdamiesi geriau išsiaiškinti savo problemas jie gali pasitelkti bendrus kasdienės kalbos žodynus. T. y. kiekvienas gali pamėginti suprasti, ką kitas matytų ir sakytų susidūręs su stimulu, į kurį jo paties žodinė reakcija būtų kitokia. Jeigu jie gali deramai susilaikyti ir anomalaus elgesio neaiškinti kaip klaidos ar beprotybės pasekmės, ilgainiui jie gali puikiai numatyti vienas kito elgesį. Kiekvienas išmoks išversti kito teoriją ir jos pasekmes į savo paties kalbą ir kartu savo kalba apibūdinti pasaulį, kuriam ši teorija taikoma. Kaip tik tai reguliariai daro (ar turėtų daryti) mokslo istorikas, analizuodamas pasenusias mokslines teorijas.

Kadangi vertimas, jeigu jis įtaigus, leidžia sutrikusios komunikacijos dalyviams netiesiogiai pajusti kai kuriuos vienas kito požiūrio privalumus ir trūkumus, tai yra veiksminga įtikinimo priemonė, padedanti patraukti kitą į savo pusę. Tačiau ne visuomet pasiseka net įtikinti, o jeigu pasiseka, tai nebūtinai paskatina priimti kito požiūrį. Du paty-

[17] Klasikinis daugelio aktualių vertimo aspektų šaltinis yra W. Quine'o knyga: W. V. O. Quine, *Word and Object* (Cambridge, Mass., and New York, 1960), chaps. I, II. Tačiau Quine'as, atrodo, mano, kad du žmonės, veikiami to paties stimulo, turi patirti vienodą pojūtį, todėl mažai ką pasako apie tai, kokiu mastu vertėjas turi sugebėti *apibūdinti* pasaulį, kuriam taikoma verčiamoji kalba. Pastaruoju klausimu žr.: E. A. Nida, „Linguistics and Ethnology in Translation Problems", in Del Hymes (ed.), *Language and Culture in Society* (New York, 1964), p. 90–97.

rimai yra nevienodi, ir aš tik neseniai visiškai suvokiau šį svarbų skirtumą.

Mano manymu, ką nors įtikinti – tai įteigti jam, kad kieno nors požiūris yra pranašesnis ir todėl galėtų pakeisti jo paties požiūrį. Tiek kartais pasiekiama nepasitelkiant į pagalbą ko nors panašaus į vertimą. Jeigu jo nėra, daugelis aiškinimų ir problemų formulavimų, kuriems pritaria vienos mokslinės grupės nariai, kitai gali būti nesuprantami. Tačiau kiekviena kalbinė grupė paprastai iš pat pradžių gali pateikti keletą tokių konkrečių tyrimų rezultatų, kad nors juos ir galima apibūdinti posakiais, kuriuos abi grupės supranta vienodai, bet kita bendruomenė negali jų paaiškinti savais terminais. Jeigu naujasis požiūris išlaiko laiko išbandymą ir išlieka vaisingas, tai tokiu būdu verbalizuojamų tyrimų rezultatų tikriausiai daugės. Kai kuriems žmonėms tik tokie rezultatai turės lemiamą reikšmę. Jie gali pasakyti: „Aš nežinau, kaip sekasi naujojo požiūrio šalininkams, bet turiu mokytis; kad ir ką jie darytų, aišku, kad tai teisinga". Ypač taip linkę reaguoti žmonės, kurie dar tik pradeda įvaldyti savo profesiją, nes jie dar neperėmė vienos ar kitos grupės specialaus žodyno ir nuostatų.

Tačiau argumentai, kuriuos galima suformuluoti pasitelkus abiejų grupių vienodai vartojamą žodyną, paprastai neturi lemiamos reikšmės, bent jau iki pačios paskutinės priešingų požiūrių evoliucijos stadijos. Nedaugelį jau įsijungusių į profesinę grupę mokslininkų bus galima įtikinti nesiremiant platesniais sugretinimais, kuriuos leidžia daryti vertimas. Daugelį papildomų tyrimų rezultatų galima *išversti* iš vienos bendruomenės kalbos į kitos kalbą, nors tokio vertimo kaina dažnai yra nepaprastai ilgi ir sudėtingi sakiniai (prisiminkite Prousto ir Berthollet polemiką, kurioje jie nevartojo termino „elementas"). Be to, vykstant vertimo procesui kai kurie kiekvienos bendruomenės nariai taip pat gali pradėti netiesiogiai suvokti, kaip anksčiau nesuprantamą sakinį oponuojančios grupės nariai galėjo laikyti paaiškinimu. Žinoma, tokie metodai kaip šie negarantuoja įtikinimo. Dau-

gelis žmonių vertimą laiko grėsmę keliančiu procesu, visiškai nebūdingu normaliam mokslui. Kiekvienu atveju galima surasti kontrargumentų, ir nėra taisyklių, nurodančių, kokiu būdu turi būti pažeista pusiausvyra. Vis dėlto kai dedamas argumentas prie argumento ir vienas po kito sėkmingai įveikiami iškilę sunkumai, tik aklu užsispyrimu galiausiai galima paaiškinti nesiliaujantį priešinimąsi.

Ryšium su tuo didžiulę reikšmę įgyja kitas vertimo aspektas, seniai žinomas ir istorikams, ir lingvistams. Išversti teoriją ar pasaulėvaizdį į savo paties kalbą nereiškia padaryti juos savais. Tam reikia perimti kitos bendruomenės papročius, vertėjas turi patirti, kad jis mąsto ir dirba vartodamas kalbą, kuri anksčiau buvo svetima, o ne tiesiog verčia iš tos kalbos. Tačiau tai nėra toks perėjimas, kurį individas gali atlikti arba nuo jo susilaikyti pagal savo nuožiūrą ir pasirinkimą, kad ir kokie svarūs būtų jo motyvai, kodėl jis nori tai daryti. Priešingai, mokydamasis versti tam tikru momentu jis įsitikina, kad perėjimas įvyko, kad jis jau perėmė naują kalbą nepriėmęs tokio sprendimo. Arba, kaip daugelis tų, kurie, tarkime, su reliatyvumo teorija ar kvantine mechanika pirmą kartą susidūrė sulaukę brandaus amžiaus, jis jaučiasi visiškai įtikintas šio naujo požiūrio, bet vis dėlto negali jo paversti savastimi ir jaustis kaip namie pasaulyje, kurį jis padeda formuoti. Protu toks žmogus pasirinko, tačiau neįvyko atsivertimas, reikalingas tam, kad pasirinkimas būtų efektyvus. Nepaisant to, jis gali naudotis naująja teorija, bet darys tai kaip nepažįstamoje aplinkoje atsidūręs svetimšalis, kuriam ir alternatyva prieinama tik dėl to, kad čia jau yra vietinių. Jo darbas parazituoja ant jų darbo, nes jam stinga daugybės mintinių schemų, kurias būsimieji bendruomenės nariai įgys mokydamiesi.

Taigi pakeisti požiūrį skatinantis patyrimas, kurį aš prilyginau geštalto pakeitimui, yra revoliucinio proceso šerdis. Tvirti pasirinkimo pagrindai teikia motyvų pakeisti požiūrį ir sukuria atmosferą, kurioje tai labiausiai gali įvykti. Be to, ver-

timas gali sudaryti sąlygas perprogramuoti nervų sistemą, o tai, nors dabar atrodo mįslinga, turi tapti pagrindu priimti naują teoriją. Tačiau naujos teorijos pripažinimo nelemia nei tvirti pagrindai, nei vertimas, ir kaip tik šį procesą mes turime paaiškinti, kad suprastume esminį mokslo pokyčių tipą.

6. Revoliucijos ir reliatyvizmas

Daugelį mano kritikų ypač trikdė vienas čia išdėstytos pozicijos aspektas[18]. Jiems mano požiūris atrodo reliatyvistinis, ypač kaip jis pateiktas paskutiniame šios knygos skyriuje. Mano pastabos apie vertimą išryškina tokio kaltinimo priežastis. Skirtingų teorijų šalininkai yra tarsi skirtingų kalbinių ir kultūrinių bendruomenių nariai. Šio paralelizmo pripažinimas perša mintį, kad tam tikra prasme abi grupės gali būti teisios. Kultūros ir jos raidos atžvilgiu ši pozicija yra reliatyvistinė.

Tačiau mokslo atžvilgiu ji tokia nėra; šiaip ar taip, tuo aspektu, kurio jos kritikai nesugebėjo įžvelgti, ji anaiptol nėra *grynas* reliatyvizmas. Aš teigiau, kad išsivysčiusio mokslo srityse dirbantys mokslininkai kaip grupė ar kaip grupės nariai iš esmės sprendžia galvosūkius. Nors vertybės, kuriomis jie remiasi tada, kai reikia pasirinkti teoriją, išplaukia ir iš kitų jų darbo aspektų, jų gebėjimas formuluoti ir spręsti gamtos pateikiamus galvosūkius vertybių konflikto atveju daugeliui mokslininkų grupės narių yra svarbiausias kriterijus. Kaip ir bet kuri kita vertybė, gebėjimas spręsti galvosūkius taikomas nevienareikšmiškai. Dviejų žmonių, kuriems jis būdingas, sprendimai vis dėlto gali būti skirtingi. Tačiau bendruomenės, kuri laiko jį itin svarbiu, elgesys labai skirsis

[18] Shapere, „Structure of Scientific Revolutions", taip pat Popperis (*Growth of Knowledge*).

nuo elgesio tos bendruomenės, kuriai jis toks nėra. Mano manymu, moksluose didelės reikšmės priskyrimas gebėjimui spręsti galvosūkius turi tokių pasekmių.

Įsivaizduokite evoliucijos medį, vaizduojantį šiuolaikinių mokslo disciplinų išsivystymą iš jų bendrų šaknų, tarkime, iš primityvios natūrfilosofijos ir amatų. Kiekvienas šio medžio išsišakojimas nuo kamieno iki kurios nors šakos viršūnės, visuomet kylantis tik į viršų, simbolizuos viena iš kitos kilusių teorijų seką. Analizuojant bet kurias dvi tokias teorijas, pasirinktas taškuose, esančiuose nelabai arti jų ištakų, bus nesunku sudaryti kriterijų sąrašą, kuris leistų neutraliam stebėtojui kiekvienu atveju atskirti ankstesnę teoriją nuo vėlesnės. Naudingiausi iš tokių kriterijų bus: numatymo, ypač kiekybinio, tikslumas, ezoterinių ir įprastų tyrimo objektų pusiausvyra ir įvairių išspręstų problemų skaičius. Šiuo atveju mažiau pravers tokie kriterijai, kaip paprastumas, aprėptis ir suderinamumas su kitomis disciplinomis, nors jie taip pat yra svarbūs mokslinį gyvenimą lemiantys veiksniai. Šie sąrašai dar nėra tie, kurie reikalingi, bet aš neabejoju, kad jie gali būti papildyti. Tokiu atveju mokslo raida, kaip ir biologinė evoliucija, yra vienakryptis ir negrįžtamas procesas. Vėlesnės mokslinės teorijos geriau už ankstesnes tinka spręsti galvosūkiams tomis dažnai visiškai skirtingomis sąlygomis, kuriomis jos taikomos. Tai nėra reliatyvistinė pozicija, ir ji atskleidžia mano tvirto tikėjimo mokslo pažanga prasmę. Tačiau palyginti su pažangos samprata, vyraujančia ir tarp mokslo filosofų, ir tarp nespecialistų, šiai pozicijai stinga vieno esminio elemento. Mokslinė teorija paprastai laikoma geresne už savo pirmtakes ne tik ta prasme, kad ji yra geresnis instrumentas atskleisti ir spręsti galvosūkiams, bet ir dėl to, kad ji geriau atspindi gamtą, kokia ji iš tiesų yra. Dažnai girdime sakant, kad viena kitą keičiančios teorijos vis labiau priartėja prie tiesos. Matyt, tokio pobūdžio apibendrinimai susiję ne su galvosūkių sprendimu ir konkrečiais teorija paremtais numatymais, bet veikiau su jos ontologija, t. y. su tų esinių,

kuriuos teorija įkurdina gamtoje, ir to, kas „realiai joje egzistuoja", atitikimu.

Tikriausiai yra ir koks nors kitas būdas išgelbėti „tiesos" sąvoką, kad ją būtų galima taikyti ištisoms teorijoms, tačiau šis nėra tam tinkamas. Mano manymu, nėra nuo teorijos nepriklausomo būdo rekonstruoti tokioms frazėms, kaip „realiai joje egzistuoja"; teorijos ontologijos ir jos „realaus" analogo gamtoje atitikimo samprata dabar man atrodo iš esmės iliuzinė. Be to, kaip istorikas aš susidariau įspūdį, kad toks požiūris yra neįtikinamas. Aš, pavyzdžiui, neabejoju, kad Newtono mechanika patobulina Aristotelio mechaniką ir kad Einsteino teorija patobulina Newtono teoriją kaip galvosūkių sprendimo instrumentai. Tačiau jų kaitoje aš neįžvelgiu nuoseklios ir kryptingos ontologinės raidos. Priešingai, kai kuriais svarbiais aspektais, nors anaiptol ne visais, Einsteino bendroji reliatyvumo teorija yra artimesnė Aristotelio teorijai negu kiekviena iš jų – Newtono teorijai. Nors pagunda apibūdinti tokią poziciją kaip reliatyvistinę yra visiškai suprantama, šis apibūdinimas man atrodo klaidingas. Atvirkščiai, jeigu ši pozicija yra reliatyvizmas, man neatrodo, kad reliatyvistas stokoja ko nors, kas būtina paaiškinti gamtai ir mokslų vystymuisi.

7. Mokslo prigimtis

Baigdamas glaustai aptarsiu dvi ne kartą išsakytas nuomones apie mano pradinį tekstą, vieną kritišką, kitą palankią, iš kurių nė viena, mano manymu, nėra visiškai teisinga. Nors abi šios nuomonės nesusijusios nei su tuo, kas iki šiol buvo pasakyta, nei viena su kita, jos yra pakankamai paplitusios, todėl būtina bent trumpai į jas atsakyti.

Kai kurie mano pradinio teksto skaitytojai atkreipė dėmesį į tai, kad aš nuolat pereinu nuo aprašomojo dėstymo prie normatyvinio ir atvirkščiai; ypač toks perėjimas esąs ryškus kai kuriuose fragmentuose, kurie prasideda žodžiais „Ta-

čiau šito mokslininkai nedaro" ir baigiasi teigimu, kad šito mokslininkai neturėtų daryti. Kai kurie kritikai sako, kad aš painioju aprašymą su nurodymu ir pažeidžiu laiko patikrintą filosofinę teoremą: „yra" negali reikšti „turi būti"[19].

Praktiškai ši teorema tapo nuvalkiota fraze, ir jos jau ne visur paisoma. Daugelis šiuolaikinių filosofų parodė, kad esama svarbių kontekstų, kuriuose normatyviniai ir aprašomieji elementai yra neatskiriamai sumišę[20]. „Yra" ir „turi būti" anaiptol ne visuomet yra taip atskirta, kaip atrodė. Tačiau norint išpainioti tai, kas atrodo supainiota žvelgiant į šį mano pozicijos aspektą, visai nereikia leistis į šiuolaikinės lingvistinės filosofijos subtilybes. Ankstesniuose puslapiuose išdėstytas požiūris į mokslo prigimtį arba jos teorija, ir, kaip ir kitų mokslo filosofijų atveju, iš šios teorijos išplaukia išvados, kaip mokslininkai turi elgtis, kad jų veikla būtų sėkminga. Nors ji nebūtinai yra teisinga, kaip ir bet kuri kita teorija, tačiau suteikia teisėtą pagrindą kartotiniams „turi" ir „privalo". Ir priešingai, viena iš priežasčių rimtai traktuoti tam tikrą teoriją yra tai, kad mokslininkai, kurių metodai buvo išplėtoti ir pasirinkti sėkmingam darbui, iš tiesų elgiasi taip, kaip nurodo teorija. Mano aprašomieji apibendrinimai paremia teoriją, kadangi jie taip pat gali būti išvesti iš jos, tuo tarpu vadovaujantis kitais požiūriais į mokslo prigimtį jie yra anomalus elgesys.

Manau, kad šis argumentas nėra loginis ratas. Aptartosios iš šio požiūrio išplaukiančios išvados neapsiriboja pastabomis, kuriomis jis iš pradžių rėmėsi. Dar prieš tai, kai ši knyga buvo paskelbta, aš įsitikinau, kad kai kurios joje dėstomos teorijos dalys yra naudingas instrumentas tirti moks-

[19] Vieną iš daugelio pavyzdžių žr. P. K. Feyerabendo apybraižoje kn.: *Growth of Knowledge*.

[20] Stanley Cavell, *Must we Mean What We say?* (New York, 1969), chap. I.

lininko elgesiui ir mokslo vystymuisi. Palyginus šį prierašą su pradiniu tekstu peršasi mintis, kad ji ir toliau vaidina šį vaidmenį. Požiūris, kuris yra tik loginis ratas, negalėtų tapti tokiu pagalbininku.

Mano atsakymas į vieną iš paskutinių atsiliepimų apie šią knygą turi būti kitokio pobūdžio. Daugelis ją perskaitė su malonumu, tačiau ne tiek dėl to, kad ji nušviečia mokslą, bet kadangi pagrindinės jos tezės jiems atrodė pritaikomos ir daugelyje kitų sričių. Aš suprantu, ką jie turi galvoje, ir nenorėčiau trukdyti jų pastangoms išplėsti šios pozicijos taikymo ribas, tačiau jų reakcija vis dėlto mane sutrikdė. Kiek mokslo raida knygoje vaizduojama kaip tradicijos siejamų periodų seka, pertraukiama nekumuliatyvių proveržių, jos tezės neabejotinai gali būti plačiai taikomos. Bet taip ir turi būti, nes jos perimtos iš kitų sričių. Literatūros, muzikos, meno, politinės raidos ir daugelio kitų žmonių veiklos sričių istorikai seniai apibūdino savo objektus tokiu pačiu būdu. Vienas iš standartinių jų instrumentų buvo periodizacija, pagrįsta stiliaus, skonio ir institucinės struktūros lūžiais. Jeigu aš buvau originalus analizuodamas tokias sąvokas, tai iš esmės dėl to, kad taikiau jas mokslams – sritims, kurios, daugelio įsitikinimu, vystosi kitokiu būdu. Kitas mano indėlis tikriausiai yra paradigmos kaip konkretaus pasiekimo, kaip pavyzdžio sąvoka. Pavyzdžiui, man atrodo, kad kai kurie gerai žinomi keblumai, susiję su stiliaus sąvoka mene, ko gero, išnyktų, jeigu tapytojų paveikslai būtų traktuojami kaip sumodeliuoti vienas pagal kitą, o ne kaip nutapyti pagal tam tikrus abstrakčius stiliaus kanonus[21].

Tačiau šioje knygoje aš norėjau išsakyti ir kitokią mintį, kurios daugelis jos skaitytojų aiškiai neįžvelgė. Nors mokslo

[21] Šiuo klausimu žr.: T. S. Kuhn, „Comment [on the Relations of Science and Art]", *Comparative Studies in Philosophy and History*, XI (1969), p. 403–412. Čia taip pat rasite platesnį mokslo ypatumų aptarimą.

vystymasis, ko gero, yra panašesnis į kitų sričių plėtrą, nei dažnai buvo manoma, vis dėlto jis yra ir stulbinamai skirtingas. Pavyzdžiui, nedaug suklysime sakydami, kad mokslai, bent jau pasiekę tam tikrą raidos tašką, vystosi kitaip nei kitos sritys, kad ir kokia būtų pati pažanga. Vienas iš knygos tikslų buvo išanalizuoti tokius skirtumus ir pamėginti juos paaiškinti.

Pavyzdžiui, anksčiau ne kartą buvo pabrėžta, kad išsivysčiusiuose moksluose nėra arba, kaip dabar pasakyčiau, iš dalies stokojama konkuruojančių mokyklų. Arba prisiminkite mano pastabas apie tai, kokiu mastu tam tikros mokslinės bendruomenės nariai yra vienintelė auditorija, susipažįstanti su šios bendruomenės darbais, ir vieninteliai jų vertintojai. Arba prisiminkite specifinę mokslinio lavinimo prigimtį, galvosūkių sprendimą kaip tikslą ir vertybių sistemą, kurią mokslininkų grupė pasitelkia krizės ir jos įveikimo periodais. Knygoje išskiriami ir kiti tokio pobūdžio bruožai; nė vienas iš jų nėra būtinai būdingas tik mokslui, tačiau visi kartu jie apibūdina šią veiklą.

Apie visus šiuos mokslo bruožus dar daug ką reikia sužinoti. Šį prierašą pradėjau pabrėždamas būtinumą ištirti mokslinės bendruomenės struktūrą, o užbaigsiu akcentuodamas būtinumą atlikti panašią ir pirmiausia lyginamąją atitinkamų kitų sričių bendruomenių analizę. Kaip žmogus išrenka ką nors ir kaip yra išrenkamas tam tikros bendruomenės (mokslinės ar ne) nariu? Kaip grupėje vyksta socializacijos procesas ir kokios yra jo stadijos? Ką grupė kolektyviai laiko savo tikslais, kokius nukrypimus, individualius ar kolektyvinius, ji toleruos ir kaip kontroliuoja, kad neatsirastų neleistinų paklydimų? Geriau suprasti mokslą padės ir atsakymai į kitokio pobūdžio klausimus, tačiau šioje srityje dar reikia labai daug nuveikti. Mokslinis pažinimas, kaip ir kalba, iš esmės yra bendra grupės savastis arba apskritai yra niekas. Kad tai suprastume, turime pažinti jį kuriančių ir juo besinaudojančių grupių specifinius ypatumus.

VARDŲ RODYKLĖ

Kuhn, Thomas S.
Ku89 Mokslo revoliucijų struktūra / Thomas S. Kuhn. – Vilnius : Pradai, 2003. – 247 p. – (Atviros Lietuvos knyga : ALK, ISSN 1392-1673)
Vardų r-klė: p. 245–247

ISBN 9986-943-87-6

Ši knyga yra vienas įtakingiausių mokslo istorijos veikalų, ji įtraukta į 100 žymiausių pasaulio knygų sąrašą, sudarytą po Antrojo pasaulinio karo. Knygoje pateikta nauja mokslo raidos samprata – autoriaus teigimu, mokslo istorijos negalima traktuoti kaip tolydaus žinių kaupimo, svarbiausias mokslo pažangos veiksnys yra mokslo revoliucijos, įvykstančios kilus krizei, kai atsiradusių problemų (anomalijų) neįmanoma išspręsti vadovaujantis įsigalėjusia paradigma ir ją būtina pakeisti. Senoji ir naujoji paradigmos yra nebendramatės, todėl galima sakyti, kad prieš revoliuciją ir po jos mokslininkai dirba „skirtinguose" pasauliuose.

UDK 001

THOMAS S. KUHN

MOKSLO REVOLIUCIJŲ STRUKTŪRA

Iš anglų kalbos vertė Ramutė Rybelienė
Apipavidalino Aurelijus Petrikauskas

SL 1573. 2003 11 11. 13,02 sp.l. Tiražas 1500 egz. Užsakymas *373*.
Išleido leidykla „Margi raštai", Laisvės pr. 60, LT-2056 Vilnius.
Spausdino UAB „Petro ofsetas", Žalgirio 90, LT-2600 Vilnius.